

Our Ref: OP1674-US

Prior Art Reference:

Japanese Patent Laid-Open Publication No. 2003-166415
(P2003-166415A)

Laid-Open Date: June 13, 2003 (2003.6.13)

Patent Application No. 2001-366330 (P2001-366330)

Filing Date: November 30, 2001 (2001.11.30)

Applicant: ID No. 000003207

TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA

Toyota-shi, Aichi-ken, Japan

Inventors: Yasuhiko OTSUBO, Hiroki MATSUOKA, Tatsuyu SUGIYAMA,

Taro AOYAMA, Takekazu ITO, and Jun TAHARA

all c/o Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha

Toyota-shi, Aichi-ken, Japan

(Translation)

[Title of the Invention] EXHAUST GAS PURIFYING SYSTEM FOR
INTERNAL COMBUSTION ENGINE

[Abstract]

[Object] In an exhaust system of an internal combustion engine, it is to provide an exhaust gas purifying system for the internal combustion engine which is capable of maintaining a temperature of a catalyst within an appropriate range when performing a control of removal and decomposition of SOx and the like which have been accumulated on a NOx catalyst.

[Solving Means] An ECU 90, which makes an overall control of a state of operation of an engine 1, forms a condition of maintaining a temperature of a NOx catalyst bed temperature equal to or higher than 600°C, whereupon performs a control of supplying a large quantity of fuel, via a reduction agent adding valve 17, to upstream of the NOx catalyst in an exhaust system

40, thereby to effect decomposition/release of SOx which has been accumulated on the NOx catalyst. At this time, an optimum period of time for fuel supply and a period of time of stopping the fuel supply are set by taking into consideration a responsive characteristic of the NOx catalyst bed temperature with respect to open/close valve action of the reduction agent adding valve 17, based on a characteristic of the NOx catalyst and a characteristic of the exhaust gas at the time of execution of this control. By configuring the control system in such structure, the SOx, which has been accumulated on the NOx catalyst, can be efficiently released, and, at the same time, prevention of over-heating of the catalyst can be ensured.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-166415

(P 2 0 0 3 - 1 6 6 4 1 5 A)

(43) 公開日 平成15年6月13日(2003.6.13)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
F01N 3/08		F01N 3/08	B 3G084
B01D 53/86		3/20	E 3G091
53/94		3/28	301 C 4D048
F01N 3/20		F02D 45/00	314 Z
3/28	301	B01D 53/36	K

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全12頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-366330(P 2001-366330)

(22) 出願日 平成13年11月30日(2001.11.30)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 大坪 康彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 松岡 広樹

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100089244

弁理士 遠山 勉 (外3名)

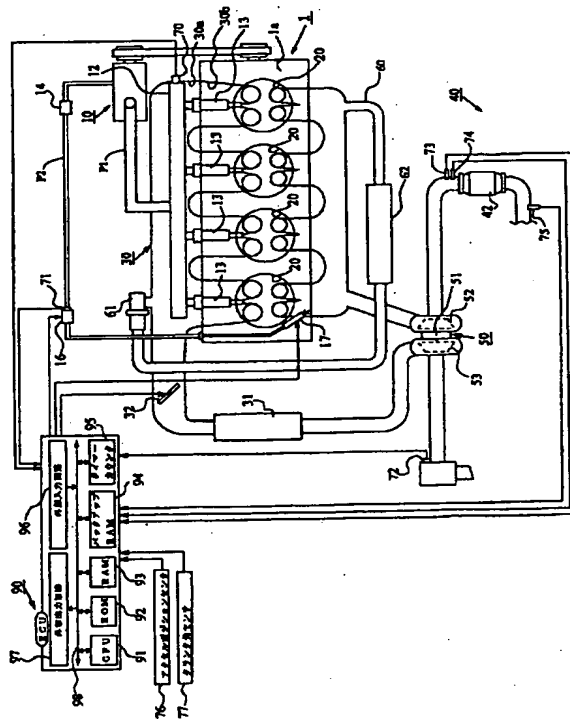
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の排気系において、NO_x触媒に堆積したSO_x等を分解及び除去する制御を実施するにあたり、同触媒の温度を適正な範囲に保持することのできる内燃機関の排気浄化装置を提供する。

【解決手段】 エンジン1の運転状態を統括制御するECU90は、NO_x触媒の床温を600℃以上に保持するといった条件を成立させた上で、排気系40内におけるNO_x触媒上流へ、還元剤添加弁17を通じて多量の燃料を供給する制御を実施することにより、NO_x触媒に堆積したSO_xを分解・放出する。このとき、NO_x触媒の特性や、当該制御の実行時における排気の特性に基づき、還元剤添加弁17の開閉弁動作に対するNO_x触媒床温の応答性を加味した最適な燃料供給期間や休止期間を設定する。このような制御構造を構築することで、NO_x触媒に堆積したSO_xの放出を効率的に行いつつ、当該触媒の過熱を確実に防止することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 希薄燃焼可能な内燃機関の排気通路に設けられ、流入する排気ガスの空燃比がリーンのときに NO_x を吸蔵し、流入する排気ガスの空燃比がリッチのときに吸蔵した NO_x を放出し N_2 に還元する吸蔵還元型 NO_x 触媒と、

前記吸蔵還元型 NO_x 触媒に還元剤を供給する還元剤供給手段と、

前記吸蔵還元型 NO_x 触媒から SO_x を放出させる SO_x 被毒回復処理を実行する時期か否かを判定する被毒回復実行時期判定手段と、

前記被毒回復実行時期判定手段により実行時期であると判定されたときに、前記吸蔵還元型 NO_x 触媒を昇温させると共に、該吸蔵還元型 NO_x 触媒に堆積している SO_x を放出させ、該吸蔵還元型 NO_x 触媒を SO_x 被毒から回復させるように、前記還元剤供給手段から断続的に供給される還元剤量を制御する還元剤量制御手段と、を備えることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記還元剤供給に対する前記吸蔵還元型 NO_x 触媒の温度の応答遅れに基づいて、前記還元剤供給手段から供給される還元剤量を補正する還元剤量補正手段を備える請求項1記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、内燃機関の排気に含まれる有害成分や微粒子等を浄化する排気浄化装置に関し、とくに、 NO_x の還元反応を促進する触媒を当該機関の排気系に備えた内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えばディーゼルエンジンのように、広い運転領域において高い空燃比（リーン雰囲気）の混合気を燃焼に供して機関運転を行う内燃機関（希薄燃焼可能な内燃機関）では、一般に、排気中の窒素酸化物（ NO_x ）を浄化する機能を備えた NO_x 触媒がその排気通路に備えられる。 NO_x 触媒としては、例えば多孔質セラミックのハニカム構造体（担体）に、酸素の存在下で NO_x を吸収する能力を有する NO_x 吸蔵剤と、炭化水素（HC）を酸化させる能力を有する貴金属触媒（貴金属）とを併せて担持したものが採用される。

【0003】 NO_x 触媒は、排気中の酸素濃度（排気空燃比）が高い状態（リーンな状態）では NO_x を吸収し、排気中の酸素濃度が低い状態では NO_x を放出する特性を有する。また、排気中に NO_x が放出されたとき、排気中にHCやCO等が存在していれば、貴金属触媒がこれらHCやCOの酸化反応を促すことで、 NO_x を酸化成分、HCやCOを還元成分とする酸化還元反応が両者間で起こる。すなわち、HCやCOは CO_2 や H_2O に酸化され、 NO_x は N_2 に還元される。

【0004】 ところで、 NO_x 触媒は排気中の酸素濃度

が高い状態にあるときでも所定の限界量の NO_x を吸収すると、それ以上 NO_x を吸収しなくなる。そこで、このような NO_x 触媒を排気通路に備えた内燃機関では、同 NO_x 触媒の NO_x 吸収量が限界量に達する前に、排気通路の NO_x 触媒上流に軽油等の還元剤を供給することで、 NO_x 触媒に吸収された NO_x を放出および還元浄化し、 NO_x 触媒の NO_x 吸収能力を回復させるといった制御（再生制御）を所定のインターバルで繰り返すのが一般的である。

【0005】 ところが、内燃機関の燃料には硫黄成分が含まれているのが通常であり、排気中には NO_x の他、このような燃料中の硫黄成分を起源とする硫黄酸化物（ SO_x ）も存在する。排気中に存在する SO_x は、 NO_x に比べてより高い効率で NO_x 触媒に吸収され、しかも、同触媒に吸蔵されている NO_x を放出するために十分な条件下（排気中の酸素濃度が所定値を下回る条件下）にあっても当該触媒から容易には放出されない。このため、機関運転の継続に伴い、排気中の SO_x が徐々に NO_x 触媒に堆積していくS被毒が生じることとなる。

【0006】 S被毒を防止或いは抑制するための方策として、 NO_x 触媒の温度を上昇させ（例えば600℃以上）、排気空燃比を理論空燃比（ストイキ）、若しくはストイキより少し濃いリッチ程度にする制御（以下、S被毒回復制御という）が知られている（例えば特開2001-227333号公報）。S被毒回復制御を実施することにより、ストイキ、若しくはストイキより少し濃いリッチ程度に調整された排気中の還元成分が、当該触媒に堆積した SO_x を高温条件下で分解・除去するようになる。

【0007】 ところで、 NO_x 触媒に堆積した微粒子や SO_x の分解・除去を効率的に行うためには、（1） NO_x 触媒の床温が所定値（例えば600℃）を上回っていること、（2） NO_x 触媒に多量の還元成分が供給されること、といった2つの条件を満たす必要がある。このため、S被毒回復制御の実施に際しては、予め何らかの方法で NO_x 触媒の床温を所定値（例えば600℃程度）以上にまで上昇させた上で、多量の還元成分を NO_x 触媒上流の排気中に供給するといった制御手順を採用するのが一般的である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、排気中の還元成分が NO_x 触媒に堆積した SO_x 等を分解する際にも、還元成分の反応熱によって同触媒は加熱され続けるため、その床温が過度に上昇してしまう懸念がある。

【0009】 本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、内燃機関の排気系において、 NO_x 触媒に堆積した SO_x 等を分解及び除去する制御を実施するにあたり、同触媒の過熱を好適に防止することのできる内燃機関の排気浄化装置を

提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、希薄燃焼可能な内燃機関の排気通路に設けられ、流入する排気ガスの空燃比がリーン有的时候に NO_x を吸蔵し、流入する排気ガスの空燃比がリッチのときに吸蔵した NO_x を放出し N_2 に還元する吸蔵還元型 NO_x 触媒と、前記吸蔵還元型 NO_x 触媒に還元剤を供給する還元剤供給手段と、前記吸蔵還元型 NO_x 触媒から SO_x を放出させる SO_x 被毒回復処理を実行する時期か否かを判定する被毒回復実行時期判定手段と、前記被毒回復実行時期判定手段により実行時期であると判定されたときに、前記吸蔵還元型 NO_x 触媒を昇温させると共に、該吸蔵還元型 NO_x 触媒に堆積している SO_x を放出させ、該吸蔵還元型 NO_x 触媒を SO_x 被毒から回復させるように、前記還元剤供給手段から断続的に供給される還元剤量を制御する還元剤量制御手段と、を備えることを要旨とする。

【0011】なお、このような構成を有する本発明の排気浄化装置は、前記吸蔵還元型 NO_x 触媒を昇温させる前提として、当該触媒の温度が所定値を上回る条件を提供する昇温手段をさらに備えるのが好ましい。ここで、前記還元剤供給手段が前記昇温手段としての機能を兼ね備える構成を適用しても構わない。

【0012】例えば、前記吸蔵還元型 NO_x 触媒の温度が所定値を上回る条件下で、当該触媒に流入する排気中に還元成分を連続的に供給すれば、当該機関の運転に伴い前記触媒に徐々に堆積する SO_x が分解・除去され、当該触媒による排気浄化機能を再生することが可能となるが、このような還元剤の連続的な供給は、前記触媒の過熱を招来しやすい。ここで、吸蔵還元型 NO_x 触媒の温度の挙動は、基本的には当該触媒の熱収支と、当該触媒の物理的或いは化学的な特性とによって決定づけられるが、前記還元成分供給手段による還元剤の供給動作が前記触媒の温度に影響を及ぼすまでには応答遅れが存在する。

【0013】上記構成によれば、前記還元剤を断続的に供給することで、前記還元剤の供給動作から所定の応答遅れをもって対応するように変動する当該触媒の熱収支を調整し、例えばオーバーシュートによる過熱を事前に防止することで、当該触媒の温度を最適範囲に保持することが容易となる。なお、断続的な供給とは、 SO_x を放出するために還元剤を連続して供給し続けなくて、触媒温度が、加熱によって当該触媒が劣化しない程度の温度以下になるように、還元剤の供給を途中で中止し、その後、前述の内容を繰り返すようにすることであり、複数回の噴射によって1回の還元剤供給量を賄うことを意味するものではない。

【0014】また、前記還元剤供給に対する前記吸蔵還元型 NO_x 触媒の温度の応答遅れに基づいて、前記還元

剤供給手段から供給される還元剤量を補正する還元剤量補正手段を備えるのがよい。

【0015】また、前記還元剤量補正手段は、例えば前記還元剤供給手段から還元剤が供給される時間の調整を通じて、前記供給される還元剤量を補正することとしてもよい。この場合、例えば、前記還元剤の供給（入力）に対する前記 NO_x 触媒の温度（制御対象）の時定数を予め記憶しておくか、或いは適宜演算・学習し、この時定数に基づいて前記時間を調整（補正）することとしてもよい。

【0016】所定時刻において把握された前記触媒の温度に基づき、同時刻における前記還元成分供給手段の動作を制御したとしても、前記還元成分供給手段の動作が前記触媒の温度に反映されるのは所定時間を経た後になる。すなわち、このような制御方法を通じ、前記触媒の温度を所望の範囲に保持するためには、さらなる制御性の向上が望ましい。

【0017】上記構成によれば、前記還元剤供給動作に対する前記触媒の熱収支（温度）の応答遅れが、前記触媒の温度制御に高い精度で反映させるようになる。よって、当該触媒に堆積した SO_x 等の除去（ SO_x 被毒回復）を効率的に行いつつ、当該触媒の過熱を一層確実に防止することができるようになる。従って、 NO_x 触媒による安定した排気浄化機能が長期に亘って保証されるようになる。

【0018】

【発明の実施の形態】（第1の実施形態）以下、本発明にかかる内燃機関の排気浄化装置を、ディーゼルエンジンシステムに適用した第1の実施の形態について説明する。

【0019】【エンジンシステムの構造及び機能】図1において、内燃機関（以下、エンジンという）1は、燃料供給系10、燃焼室20、吸気系30及び排気系40等を主要部として構成される直列4気筒のディーゼルエンジンシステムである。

【0020】先ず、燃料供給系10は、サブライポンプ11、コモンレール12、燃料噴射弁13、遮断弁14、調量弁16、還元剤添加弁17、機関燃料通路P1及び添加燃料通路P2等を備えて構成される。

【0021】サブライポンプ11は、燃料タンク（図示略）から汲み上げた燃料を高圧にし、機関燃料通路P1を介してコモンレール12に供給する。コモンレール12は、サブライポンプ11から供給された高圧燃料を所定圧力に保持（蓄圧）する蓄圧室としての機能を有し、この蓄圧した燃料を各燃料噴射弁13に分配する。燃料噴射弁13は、その内部に電磁ソレノイド（図示略）を備えた電磁弁であり、適宜開弁して燃焼室20内に燃料を噴射供給する。

【0022】他方、サブライポンプ11は、燃料タンクから汲み上げた燃料の一部を添加燃料通路P2を介して

10

20

30

40

50

還元剤添加弁17に供給する。添加燃料通路P2には、サブライポンプ11から還元剤添加弁17に向かって遮断弁14及び調量弁16が順次配設されている。遮断弁14は、緊急時において添加燃料通路P2を遮断し、燃料供給を停止する。調量弁16は、還元剤添加弁17に供給する燃料の圧力(燃圧)PGを制御する。還元剤添加弁17は、燃料噴射弁13と同じくその内部に電磁ソレノイド(図示略)を備えた電磁弁であり、還元剤として機能する燃料を、適宜の量、適宜のタイミングで排気系40の触媒ケーシング42上流に添加供給する。

【0023】吸気系30は、各燃焼室20内に供給される吸入空気の通路(吸気通路)を形成する。一方、排気系40は、各燃焼室20から排出される排気ガスの通路(排気通路)を形成する。

【0024】また、このエンジン1には、周知の過給機(ターボチャージャ)50が設けられている。ターボチャージャ50は、シャフト51を介して連結された回転体52、53を備える。一方の回転体(タービンホイール)52は排気系40内の排気に晒され、他方の回転体(コンプレッサホイール)53は、吸気系30内の吸気に晒される。このような構成を有するターボチャージャ50は、タービンホイール52が受ける排気流(排気圧)を利用してコンプレッサホイール53を回転させ、吸気圧を高めるといったいわゆる過給を行う。

【0025】吸気系30において、ターボチャージャ50に設けられたインタークーラ31は、過給によって昇温した吸入空気を強制冷却する。インタークーラ31よりもさらに下流に設けられたスロットル弁32は、その開度を無段階に調節することのできる電子制御式の開閉弁であり、所定の条件下において吸入空気の流路面積を変更し、同吸入空気の供給量(流量)を調整する機能を有する。

【0026】また、エンジン1には、燃焼室20の上流(吸気系30)及び下流(排気系40)をバイパスする排気還流通路(EGR通路)60が形成されている。このEGR通路60は、排気の一部を適宜吸気系30に戻す機能を有する。EGR通路60には、電子制御によって無段階に開閉され、同通路を流れる排気(EGRガス)の流量を自在に調整することができるEGR弁61と、EGR通路60を通過(還流)する排気を冷却するためのEGRクーラ62が設けられている。

【0027】また、排気系40において、同排気系40及びEGR通路60の連絡部位の下流には、吸蔵還元型NOx触媒(以下、単にNOx触媒という)を収容した触媒ケーシング42が設けられている。

【0028】また、エンジン1の各部位には、各種センサが取り付けられており、当該部位の環境条件や、エンジン1の運転状態に関する信号を出力する。

【0029】すなわち、レール圧センサ70は、コモンレール12内に蓄えられている燃料の圧力に応じた検出

信号を出力する。燃圧センサ71は、添加燃料通路P2内を流通する燃料のうち、調量弁16を介して還元剤添加弁17に導入される燃料の圧力(燃圧)PGに応じた検出信号を出力する。エアフロメータ72は、吸気系30内に導入される空気(吸入空気)の流量(吸気量)GNに応じた検出信号を出力する。空燃比(A/F)センサ73は、排気系40の触媒ケーシング42上流において排気中の酸素濃度に応じて連続的に変化する検出信号を出力する。排気温センサ74は、排気系40において触媒ケーシング42の排気流入部位に取り付けられ、当該部位における排気の温度(排気温度)TEXに応じた検出信号を出力する。NOxセンサ75は、同じく排気系40の触媒ケーシング42下流において排気中のNOx濃度に応じて連続的に変化する検出信号を出力する。

【0030】また、アクセルポジションセンサ76はエンジン1のアクセルペダル(図示略)に取り付けられ、同ペダルの踏み込み量ACCに応じた検出信号を出力する。クランク角センサ77は、エンジン1の出力軸(クランクシャフト)が一定角度回転する毎に検出信号(パルス)を出力する。これら各センサ70~77は、電子制御装置(ECU)90と電気的に接続されている。

【0031】ECU90は、中央処理装置(CPU)91、読み出し専用メモリ(ROM)92、ランダムアクセスメモリ(RAM)93及びバックアップRAM94、タイマーカウンタ95等を備え、これら各部91~95と、A/D変換器を含む外部入力回路96と、外部出力回路97とが双方向性バス98により接続されて構成される論理演算回路を備える。

【0032】このように構成されたECU90は、上記各種センサの検出信号を外部入力回路を介して入力し、これら信号に基づき燃料噴射弁13の開閉弁動作に関する制御や、EGR弁61の開度調整、或いはスロットル弁32の開度調整等、エンジン1の運転状態に関する各種制御を実施する。

【0033】〔触媒ケーシングの構造及び機能〕次に、以上説明したエンジン1の構成要素のうち、排気系40に設けられた触媒ケーシング42について、その構造及び機能を詳しく説明する。

【0034】触媒ケーシング42は、その内部に吸蔵還元型NOx触媒(以下、NOx触媒という)を収容する。

【0035】NOx触媒は、例えばアルミナ(Al₂O₃)を主材料とするハニカム形状の構造体(パティキュレートフィルタ)を担体とし、このパティキュレートフィルタ(担体)の表面にNOx吸蔵剤として機能する例えばカリウム(K)、ナトリウム(Na)、リチウム(Li)、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタン(La)、或いはイットリウム(Y)のような希土類と、酸化触媒(貴金属触媒)として機能する例えば白金

10

20

30

40

50

Ptのような貴金属とが担持されることによって構成される。

【0036】NO_x吸蔵剤は、排気中の酸素濃度（排気空燃比）が高い状態（リーンな状態）ではNO_xを吸蔵し、排気中の酸素濃度が低い状態ではNO_xを放出する特性を有する。また、排気中にNO_xが放出されたとき、排気中にHCやCO等が存在していれば、貴金属触媒がこれらHCやCOの酸化反応を促すことで、NO_xを酸化成分、HCやCOを還元成分とする酸化還元反応が両者間で起こる。すなわち、HCやCOはCO₂やH₂Oに酸化され、NO_xはN₂に還元される。

【0037】一方、NO_x吸蔵剤は排気中の酸素濃度が高い状態にあるときでも所定の限界量のNO_xを吸蔵すると、それ以上NO_xを吸蔵しなくなる。エンジン1では、触媒ケーシング42内に収容されたNO_x触媒のNO_x吸蔵量が限界量に達する前に、還元剤添加弁17を通じて排気通路の触媒ケーシング42上流に還元剤（本実施の形態では燃料）を添加供給することで、NO_x触媒に吸蔵されたNO_xを放出および還元浄化し、NO_x触媒のNO_x吸蔵能力を回復させるといった制御を所定のインターバルで繰り返す。

【0038】さらに、NO_x吸蔵剤や貴金属触媒の担体をなすパティキュレートフィルタは、排気中に含まれる煤等の微粒子やNO_x等の有害成分を、以下のメカニズムに基づいて浄化する。

【0039】NO_x触媒が、その構成要素であるNO_x吸蔵剤及び貴金属触媒の協働により、排気中の酸素濃度や還元成分量に応じてNO_xの吸蔵、放出及び浄化を繰り返し行うことは上述した通りである。その一方、NO_x触媒は、このようなNO_xの浄化を行う過程で副次的に活性酸素を生成する特性を有する。パティキュレートフィルタを排気が通過する際、その排気中に含まれる煤等の微粒子は構造体（多孔質材料）に捕捉される。ここで、NO_x触媒の生成する活性酸素は、酸化剤として極めて高い反応性（活性）を有しているため、捕捉された微粒子のうちNO_x触媒の表面や近傍に堆積した微粒子は、この活性酸素と（輝炎を発することなく）速やかに反応し、浄化されることになる。

【0040】〔燃料噴射制御の概要〕ECU90は、各種センサの検出信号から把握されるエンジン1の運転状態に基づき燃料噴射制御を実施する。本実施の形態において燃料噴射制御とは、各燃料噴射弁13を通じた各燃焼室20内への燃料噴射の実施に関し、燃料の噴射量Q、噴射タイミング、噴射パターンといったパラメータを設定し、これら設定されたパラメータに基づいて個々の燃料噴射弁13の開閉弁操作を実行する一連の処理をいう。

【0041】ECU90は、このような一連の処理を、エンジン1の運転中所定時間毎に繰り返し行う。燃料の噴射量Q及び噴射タイミングは、基本的にはアクセルペ

ダルへの踏み込み量ACCおよびエンジン回転数NE（クランク角センサのパルス信号に基づいて演算することができパラメータ）に基づき、予め設定されたマップ（図示略）を参照して決定する。

【0042】また、燃料の噴射パターンの設定に関し、ECU90は、圧縮上死点近傍での燃料噴射を主噴射として各気筒について行うことで機関出力を得る他、主噴射に先立つ燃料噴射（以下、パイロット噴射という）や、主噴射に後続する燃料噴射（以下、ポスト噴射という）を、副噴射として適宜選択された時期、選択された気筒について行う。

【0043】〔パイロット噴射〕ディーゼルエンジンでは一般に、圧縮行程終期において、燃焼室内が燃料の自己着火を誘発する温度に達する。とくにエンジンの運転状態が中高負荷領域にある場合、燃焼に供される燃料が燃焼室内に一括して噴射供給されると、この燃料は騒音を伴い爆発的に燃焼する。パイロット噴射を実行することにより、主噴射に先立って供給された燃料が熱源（或いは種火）となり、その熱源が燃焼室内で徐々に拡大して燃焼に至るようになるため、燃焼室内における燃料の燃焼状態が比較的緩慢となり、しかも着火遅れ時間が短縮されるようになる。このため、機関運転に伴う騒音が軽減され、さらには排気中のNO_x量も低減される。

【0044】〔ポスト噴射〕ポスト噴射によって燃焼室20内に供給される燃料は、燃焼ガス中で軽質なHCに改質され、排気系40に排出される。すなわち、還元剤として機能する軽質なHCが、ポスト噴射を通じて排気系40に添加され、排気中の還元成分濃度を高めることとなる。排気系40に添加された還元成分は、触媒ケーシング42内のNO_x触媒を介し、同NO_x触媒から放出されるNO_xや、排気中に含まれるその他の酸化成分と反応する。このとき発生する反応熱は、NO_x触媒の床温を上昇させる。

【0045】〔EGR制御の概要〕ECU90は、各種センサの検出信号から把握されるエンジン1の運転状態に基づきEGR制御を実施する。本実施の形態においてEGR制御とは、EGR通路に設けられた電子制御式の開閉弁（EGR弁）61を操作して、EGR通路を通過するガスの流量、言い換えれば排気系40から吸気系30に還流される排気の流量調整を行う処理をいう。

【0046】目標となるEGR弁61の開弁量（以下、目標開弁量）は、基本的にはエンジン1の負荷や回転数等の運転状態に基づき、予め設定されたマップ（図示略）を参照して決定される。ECU90は、この目標開弁量をエンジン1の運転中所定時間毎に更新し、逐次、EGR弁61の実際の開弁量が更新された目標開弁量に合致するよう同EGR弁61の駆動回路に指令信号を出力する。

【0047】〔EGR制御に基づく低温燃焼〕こうした一連の処理により排気の一部が吸気系30に還流される

と、その還流量に応じ機関燃焼に供される混合気中の不活性ガス成分が増量することになる。この結果、所定条件下において、排気中の NO_x 量が低減される他、スモークがほとんど発生しなくなる。

【0048】低温燃焼の実施に伴い排気中の未燃HC（還元成分）が増量することになるため、結果として、還元剤として機能する軽質なHCが排気系40に添加され排気中の還元成分濃度を高めることとなる。

【0049】〔燃料添加制御〕還元剤添加弁17を通じて、燃料（還元剤）を排気系40に直接添加することによっても、ポスト噴射と同様、排気中の還元成分濃度を高め、結果として NO_x 触媒の床温を上昇させることができる。還元剤添加弁17によって添加された燃料は、ポスト噴射によるものに比べ、排気中においてより高分子の状態を保持しつつ不均一に分布する傾向がある。また、還元剤添加弁17による燃料添加では、一度に添加することのできる燃料量や添加タイミングの自由度が、ポスト噴射による場合よりも大きい。

【0050】〔S被毒回復制御の概要〕上記パイロット噴射、ポスト噴射、低温燃焼および燃料添加制御は、共通して排気中の還元成分を増量するように作用するため、何れかの制御を所定のインターバルで繰り返し実施することにより、 NO_x 触媒に吸収された NO_x を放出および還元浄化し、 NO_x 触媒の NO_x 吸収能力を回復させることができる。

【0051】また、ECU90は、エンジン1の機関運転の継続に伴い NO_x 触媒に徐々に堆積する SO_x 等を除去するために、 NO_x 触媒を所定温度（例えば600℃程度）以上にまで昇温させた上で当該触媒に多量の還元成分を供給する制御（以下、S被毒回復制御）を実施する。S被毒回復制御を実施することにより、 NO_x 触媒に供給された多量の還元成分が、当該触媒に堆積した SO_x を高温条件下で分解・除去するようになる。ここでECU90は、S被毒回復制御の一環として、 NO_x 触媒を所定温度にまで昇温するために上記パイロット噴射、ポスト噴射、低温燃焼および燃料添加制御の何れかを実施する。その上で、例えば NO_x 触媒に吸収された NO_x の放出および還元浄化に要する量よりも多量の燃料（還元成分）を、還元剤添加弁17を通じて排気系の NO_x 触媒上流に供給する制御（以下、還元成分供給制御という）を実施する。

【0052】ところで、上述したように、S被毒回復制御では、 NO_x 触媒の床温を600℃以上に保持するといった条件を成立させた上で、排気系内における NO_x 触媒上流へ多量の還元成分を供給することになる。ところが、排気系内に供給された多量の還元成分は、高温条件下において NO_x 触媒に堆積した SO_x 等を分解する機能を発揮する一方、 NO_x 触媒の温度をさらに上昇させる特性を有する。このため、通常の運転条件下において、多量の還元成分を排気系の NO_x 触媒上流に継続し

て供給した場合、 NO_x 触媒が過熱してしまう懸念がある。

【0053】そこでエンジン1では、還元成分供給制御を開始した後、還元剤添加弁17を通じた燃料の供給及び停止を適宜のタイミングで繰り返すことにより、 NO_x 触媒に堆積した SO_x を効率的に放出させつつ NO_x 触媒の過熱を防止する。

【0054】図2には、本実施の形態におけるS被毒回復制御の実施中であって、とくに「 NO_x 触媒の床温が600℃以上に保持されている」といった条件が成立した後に観測される還元剤添加弁17への開弁指令信号（図2（a））、 NO_x 触媒上流における排気の酸素濃度（図2（b））、 NO_x 触媒から放出される SO_x の放出量（図2（c））、および NO_x 触媒の床温（図2（d））の推移を同一時間軸上に示すタイムチャートの一例である。なお、図2（b）に示す酸素濃度の基準値C0は、理論空燃比の混合ガスを燃焼した結果発生する排気の酸素濃度に相当する。ちなみに、排気中の酸素濃度が高くなるということは排気中の還元成分濃度が低くなることを意味し、排気中の酸素濃度が低くなるということは排気中の還元成分濃度が高くなることを意味する（図2（b）参照）。また、図2（d）において、温度T1は、 NO_x 触媒から効率的に SO_x を放出させることができる下限温度（本実施の形態では600℃）に相当し、温度T2は、過熱によって NO_x 触媒の機能が損なわれる虞のない上限温度に相当する。

【0055】まず、図2（a）に示すように、 NO_x 触媒に堆積した SO_x を放出すべきとの要求があり、且つ、 NO_x 触媒の床温が600℃以上に保持されているといった条件が満たされた場合に、ECU90は還元剤添加弁17を開弁させるための指令信号（以下、開弁指令信号という）を出力し、同弁17を通じた排気系40への燃料添加を開始する（時刻t1）。

【0056】燃料添加の実施にあたりECU90は、先ず所定期間（以下、供給期間という） Δt_1 に亘って断続的に開弁指令信号を出力することで、還元剤添加弁17を通じて霧状の燃料を断続的に噴射供給する。その後ECU90は、 NO_x 触媒の過熱を抑制すべく開弁指令信号の出力を休止し（時刻t2）、所定時間（以下、休止期間という） Δt_2 を経た後、燃料の噴射供給を再開する。S被毒回復制御（還元成分供給制御）が開始されると、基本的には NO_x 触媒に堆積した SO_x 等が放出されて当該触媒の機能が十分に回復するまで、このような態様で燃料の供給及び休止が繰り返される。

【0057】ここで、還元剤添加弁17を通じた燃料供給の開始（時刻t1）に伴って排気中の酸素濃度は低くなり、基準値C0を下回るようになる（図2（b））。また、還元剤添加弁17の開弁動作およびこれに伴う酸素濃度の低下に略同期して、 NO_x 触媒から放出される SO_x の量が増大する。また同様に、還元剤添加弁17

による燃料供給の休止（時刻 t_1 ）に伴って排気中の酸素濃度は高くなり、基準値 C_0 を上回ようになる（図2（b））。また、還元剤添加弁17の開閉動作およびこれに伴う酸素濃度の上昇にはほぼ同期して、 NO_x 触媒から放出される SO_x の量は低下する（図2（c））。このように、排気中の酸素濃度や NO_x 触媒からの SO_x 放出量は、還元剤添加弁17の開閉動作に概ね同期して変動する。

【0058】一方、 NO_x 触媒の床温は、還元剤添加弁17を通じた燃料供給が開始されることに起因して上昇し、同弁17による燃料供給が休止されることに起因して下降するが、その応答性や追従性は、排気中の酸素濃度や NO_x 触媒からの SO_x 放出量の挙動に比べ著しく低い。還元剤添加弁17の開閉動作に対する NO_x 触媒床温の応答性や追従性は、 NO_x 触媒の物理的・化学的な特性（例えば熱容量）や、当該触媒に流入する排気の特 性（例えば温度や流量等）といったパラメータによって決定づけられる。

【0059】そこで、本実施の形態におけるS被毒回復制御では、 NO_x 触媒の物理的・化学的な特性や、当該制御の実行時における排気の特 性に基いて、還元剤添加弁17の開閉動作に対する NO_x 触媒床温の応答性や追従性を加味した最適な供給期間 Δt_1 や休止期間 Δt_2 を設定する。このような制御構造を構築することで、 NO_x 触媒に堆積した SO_x の放出を効率的に行いつつ、当該触媒の昇温を適正な範囲R（図2（d）参照）に保持することができる。

【0060】〔S被毒回復制御の具体的な実行手順〕以下、本実施の形態にかかるS被毒（ SO_x 被毒）回復制御について、ECU90による具体的な処理内容を説明する。なお、S被毒回復制御には、 NO_x 触媒を所定温度まで昇温するための制御（以下、昇温制御という）と、当該昇温制御に基づいて NO_x 触媒が所定温度を上回ようになった条件下で NO_x 触媒に多量の還元成分を供給する制御（以下、還元成分供給制御という）とが含まれる。すなわちECU90は、S被毒回復制御の一環として、昇温制御及び還元成分供給制御を併せて実行することになる。

【0061】図3は、昇温制御の実行手順（ルーチン）を示すフローチャートである。本ルーチンは、エンジン1の運転中ECU90を通じて所定時間毎に実行される。

【0062】本ルーチンに処理が移行すると、ECU90は先ずステップS101において、 SO_x 被毒回復制御の実行要求があるか否か、言い換えれば、 NO_x 触媒に対するS被毒が進行しているか否かを判断する。例えば、前回のS被毒回復制御を実施した後所定時間が経過した場合、或いは NO_x センサ75の検出信号の履歴から判断して NO_x 触媒による NO_x の浄化機能が低下していると認識される場合、ECU90は、 NO_x 触媒へ

の多量の還元成分の供給に先立ち、当該触媒を昇温させる要求があると判断する。

【0063】上記ステップS101での判断が否定である場合、ECU90は本ルーチンを一旦抜ける。一方、同ステップS101での判断が肯定である場合、ECU90はステップS102に処理を移行し、 NO_x 触媒を所定温度（例えば600℃）以上にまで昇温させ、その状態を保持する処理を行う。すなわち、上記パイロット噴射、ポスト噴射、低温燃焼および燃料添加制御の何れかを実施することにより、 NO_x 触媒の床温を600℃以上に上昇させる（若しくはこの状態に保持する）。同ステップS102を経た後、ECU90は本ルーチンを一旦抜ける。

【0064】図4は、S被毒回復制御の一環として、昇温制御と併せて実施される還元成分供給制御の実行手順（ルーチン）を示すフローチャートである。本ルーチンもまた、エンジン1の運転中ECU90を通じて所定時間毎に実行される。

【0065】本ルーチンに処理が移行すると、ECU90は先ずステップS201において、S被毒回復制御の実行要求があるか否かを判断する。そして、その判断が肯定である場合には処理をステップS202に移行する一方、その判断が否定である場合には本ルーチンを一旦抜ける。ステップS201での判断が肯定である場合、 NO_x 触媒の床温は昇温制御を通じて上昇しつつあるか、600℃以上である状態を保持していることになる。

【0066】そこでECU90は、同ステップS201での判断が肯定である場合には、ステップS202において、 NO_x 触媒の床温が600℃以上に達しているか否かを判断する。 NO_x 触媒の床温は、例えば排気温度 T_{EX} の履歴に基づいて推定すればよい。同ステップS202での判断が肯定である場合、ECU90は処理をステップS203に移行し、その判断が否定である場合には本ルーチンを一旦抜ける。

【0067】ステップS203においてECU90は、現在の排気温度 T_{EX} を認識する。

【0068】ステップS204においてECU90は、排気温度 T_{EX} と NO_x 触媒の床温（推定値）とに基づき、図示しないマップを参照して供給期間 Δt_1 を設定する（図2（a）参照）。そして、今回設定された供給期間 Δt_1 に亘り、還元剤添加弁17を通じた排気系40への燃料供給を実行する（ステップS205）。

【0069】ステップS206においては、 NO_x 触媒に堆積した SO_x の放出が完了したか否かを確認する。ここで、 SO_x の放出が完了していないと判断した場合には、ステップS207において所定の休止期間 Δt_2 を設定し、当該期間 Δt_2 を経た後（ステップS208）、次回のルーチンにおいて新たに供給期間 Δt_1 を設定した上で、再度の燃料供給を実施することになる。

【0070】一方、上記ステップS206においてSOxの放出が完了したものと判断した場合には、今回のS被毒回復制御は完了したものと認識した上で（この認識は、次のルーチンにおいて、ステップS201の判断に反映される）、本ルーチンを一旦抜ける。

【0071】このような制御構造を適用してS被毒回復制御を実施するエンジン1では、NOx触媒の温度が所定値（例えば600℃）を上回る条件下で、NOx触媒に流入する排気中に還元成分を連続的に供給することにより、当該エンジン1の運転に伴い前記NOx触媒に徐々に堆積するSOxを効率的に分解・除去し、当該NOx触媒による排気浄化機能を再生する。

【0072】ここで、還元成分の連続的な供給はNOx触媒の過熱を招来しやすい。ここで、前記NOx触媒の温度の挙動は、基本的には前記NOx触媒の熱収支と当該触媒の物理的或いは化学的な特性とによって決定づけられるが、前記還元成分供給手段による還元成分の供給動作が前記NOx触媒の温度に影響を及ぼすまでには応答遅れが存在する。このため、所定時刻において把握された前記NOx触媒の温度に基づき、同時刻における前記還元成分供給手段の動作を制御したとしても、前記還元成分供給手段の動作が前記NOx触媒の温度に反映されるのは所定時間を経た後になる。すなわち、このような制御方法を通じて前記NOx触媒の温度を所望の範囲に保持することは極めて難しい。

【0073】この点、本実施の形態にかかる制御構造によれば、NOx触媒の温度制御にそのような応答遅れを反映させることで、NOx触媒に堆積したSOx等の除去を効率的に行いつつ、しかも当該触媒の過熱を確実に防止することができるようになる。

【0074】よって、過熱によるNOx触媒の機能喪失が確実に防止されるため、NOx触媒の機能が長期に亘って持続するようになる。

【0075】なお、本実施の形態では、還元成分供給制御において、NOx触媒に流入する排気中に還元成分を連続的に供給する方法として、還元剤添加弁17を通じて排気系40に燃料を添加する方法を採用することとした。これに限らず、ポスト噴射等を実行を通じてNOx触媒に流入する排気中に還元成分を連続的に供給することもできる。

【0076】〔他の実施の形態〕上記実施の形態では、還元成分供給制御に実施にあたり、還元剤添加弁17を通じた燃料供給の開始時刻（例えば図2中の時刻t1）に供給期間 $\Delta t1$ を設定するとともに、燃料供給の終了時刻に休止期間（例えば図2中の時刻t2）に休止期間 $\Delta t2$ を設定することとした。このような制御構造を適用する一方で、燃料供給の実施中（供給期間 $\Delta t1$ 中）、エンジン1の運転状態に関するパラメータを参照しつつ当初設定した供給期間 $\Delta t1$ を適宜延長或いは短縮するような制御ロジックや、燃料供給の休止中（休止

期間 $\Delta t2$ 中）、エンジン1の運転状態に関するパラメータを参照しつつ当初設定した休止期間 $\Delta t2$ を適宜延長或いは短縮するような制御ロジックを付加してもよい。

【0077】例えば図5には、還元成分供給制御の実施にあたり、燃料供給の実施中（供給期間 $\Delta t1$ 中）に当該供給期間 $\Delta t1$ 、或いは燃料供給の休止中（休止期間 $\Delta t2$ 中）に当初設定した各期間 $\Delta t1$ 、 $\Delta t2$ を伸縮するために適用し得る制御ルーチンの一例を示す。

【0078】本ルーチンは、先述した還元成分供給制御の実行手順（図4）に替え、エンジン1の運転中ECU90を通じて所定時間毎に実行される。

【0079】同ルーチンに処理が移行すると、ECU90は先ずステップS301において、SOx被毒回復制御の実行要求があるか否かを判断する。そして、その判断が肯定である場合には処理をステップS302に移行する一方、その判断が否定である場合には本ルーチンを一旦抜ける。ステップS301での判断が肯定である場合、NOx触媒の床温は昇温制御を通じて上昇しつつあるか、600℃以上である状態を保持していることになる。

【0080】そこでECU90は、同ステップS301での判断が肯定である場合には、ステップS302において、NOx触媒の床温が600℃以上に達しているか否かを判断する。NOx触媒の床温は、例えば排気温度TEXの履歴に基づいて推定すればよい。同ステップS302での判断が肯定である場合、ECU90は処理をステップS303に移行し、その判断が否定である場合には本ルーチンを一旦抜ける。

【0081】ステップS303においてECU90は、現在の制御プロセスの認識（供給期間 $\Delta t1$ 中であるのか休止期間 $\Delta t2$ 中であるのかについての認識、及び供給期間 $\Delta t1$ 又は休止期間 $\Delta t2$ へ移行した後の経過時間の認識）を行う。例えば、供給期間 $\Delta t1$ 中であって当該期間 $\Delta t1$ に移行後3秒が経過したところであるといった認識や、休止期間 $\Delta t2$ 中であって当該期間 $\Delta t2$ に移行後5秒が経過したところであるといった認識がなされることになる。

【0082】続くステップS304においては、供給期間 $\Delta t1$ 若しくは休止期間 $\Delta t2$ の更新に必要な情報を取得する。NOx触媒の床温や排気温度TEXの変動等が、ここでいう各期間 $\Delta t1$ 、 $\Delta t2$ の更新に必要な情報に相当する。

【0083】ステップS305においては、上記ステップS304で取得した情報に基づき、供給期間 $\Delta t1$ 若しくは休止期間 $\Delta t2$ の設定又は更新を行う。

【0084】最後にECU90は、上記ステップS305で設定又は更新した供給期間 $\Delta t1$ 若しくは休止期間 $\Delta t2$ に基づき、還元剤添加弁17を通じた燃料供給の開始、実行継続、休止、又は休止継続、或いは還元成分

供給制御の完了といった適宜の処理を行った後（ステップ S306）、本ルーチンを一旦抜ける。

【0085】このような制御構造を適用することで、上記実施の形態にかかる還元成分供給制御の緻密性をより高めることができるようになる。すなわち、NOx触媒の温度制御に還元剤添加弁 17 の系閉弁動作に対する NOx触媒床温の応答遅れを反映させることで、NOx触媒に堆積した SOx 等の除去と、当該触媒の過熱防止とを確実に行うといった効果を一層高めることができる。

【0086】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、還元剤の供給動作から所定の応答遅れをもって対応するように変動する吸蔵還元型 NOx触媒の熱収支が調整され、当該触媒の温度を最適範囲に保持することが容易となる。

【0087】また、前記還元剤供給動作に対する前記触媒の熱収支（温度）の応答遅れが、前記触媒の温度制御に高い精度で反映させるようになる。よって、当該触媒に堆積した SOx 等の除去（SOx 被毒回復）を効率的に行いつつ、当該触媒の過熱を一層確実に防止することができるようになる。従って、NOx触媒による安定した排気浄化機能が長期に亘って保証されるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施の形態にかかるディーゼルエンジンシステムを示す概略構成図。

【図 2】 同実施の形態における S 被毒回復制御の実施に伴い NOx触媒から放出される SOx の量、および NOx触媒の床温の推移を同一時間軸上に示すタイムチャートの一例。

【図 3】 同実施の形態における昇温制御の実行手順を示すフローチャート。

【図 4】 同実施の形態における還元成分供給制御の実行手順を示すフローチャート。

【図 5】 本発明の他の実施の形態において適用される還元成分供給制御の実行手順を示すフローチャート。

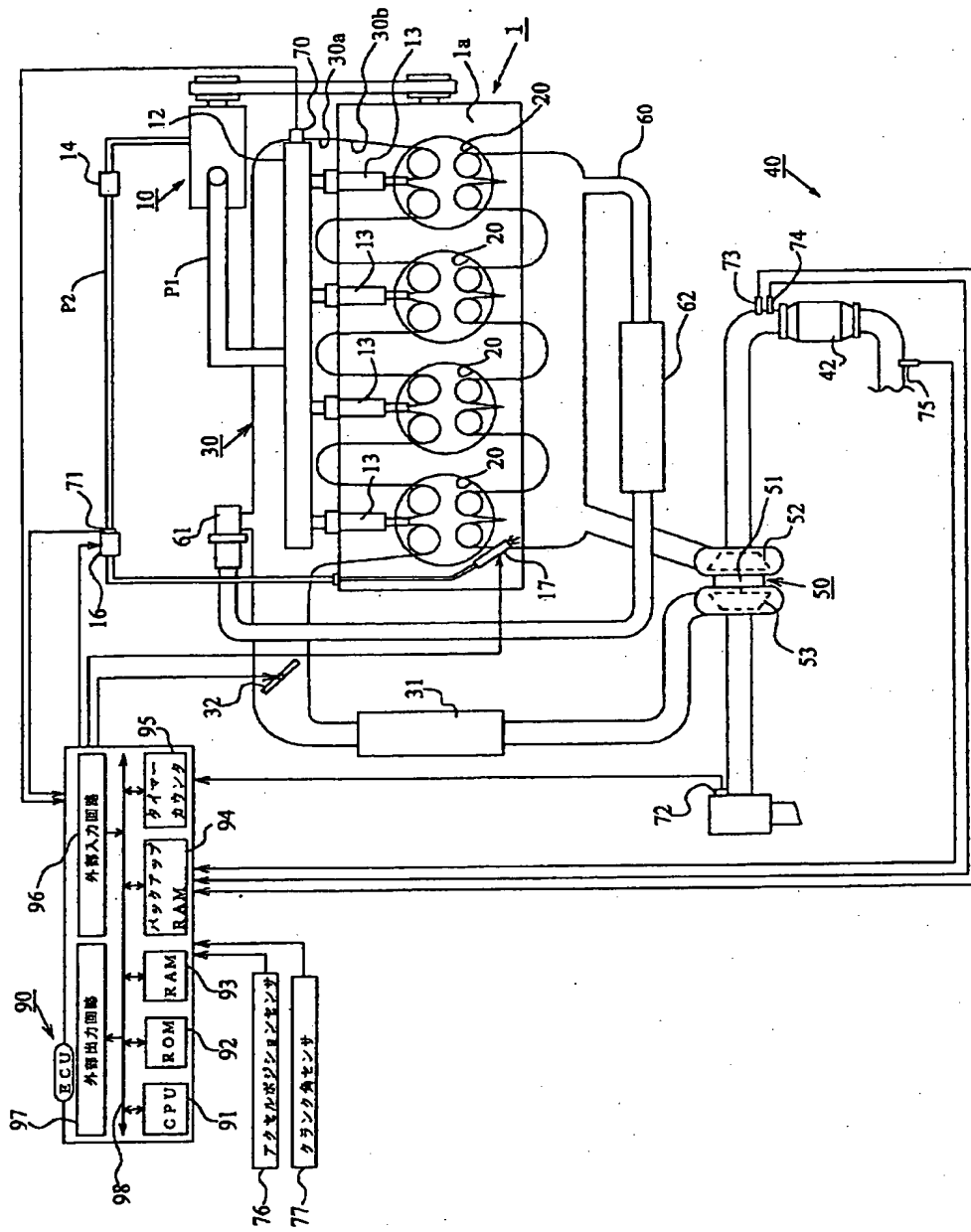
【符号の説明】

1 エンジン（内燃機関）

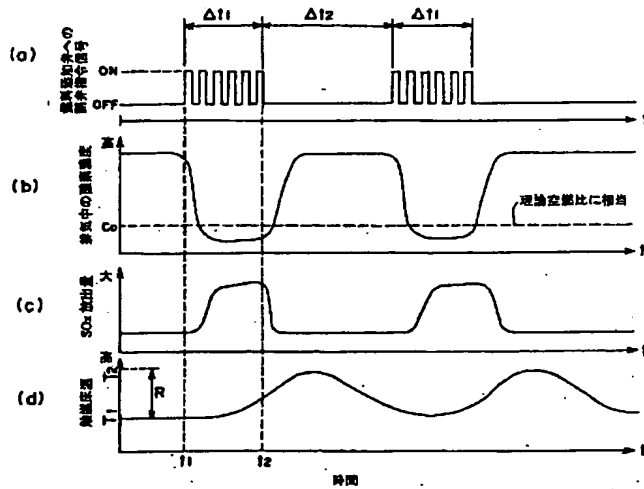
10 燃料供給系

11 サプライポンプ
12 コモンレール
13 燃料噴射弁
16 調量弁
17 還元剤添加弁
20 燃焼室
30 吸気系
31 インタークーラ
32 スロットル弁
40 排気系
42 触媒ケーシング
50 ターボチャージャ
51 シャフト
52 タービンホイール
53 コンプレッサホイール
60 EGR 通路
61 EGR 弁
62 EGR クーラ
70 レール圧センサ
71 燃圧センサ
72 エアフロメータ
73 空燃比（A/F）センサ
74 排気温センサ
75 NOx センサ
76 アクセルポジションセンサ
77 クランク角センサ
90 電子制御装置（ECU）
91 中央処理装置（CPU）
92 読み出し専用メモリ（ROM）
93 ランダムアクセスメモリ（RAM）
94 バックアップ RAM
95 タイマーカウンタ
96 外部入力回路
97 外部出力回路
98 双方向性バス
P1 機関燃料通路
P2 添加燃料通路

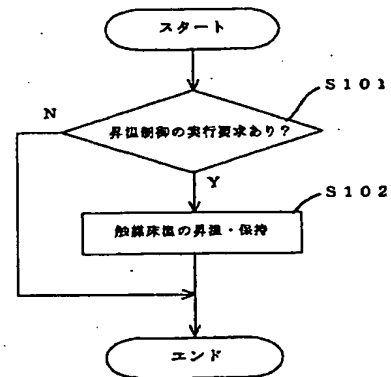
【図1】



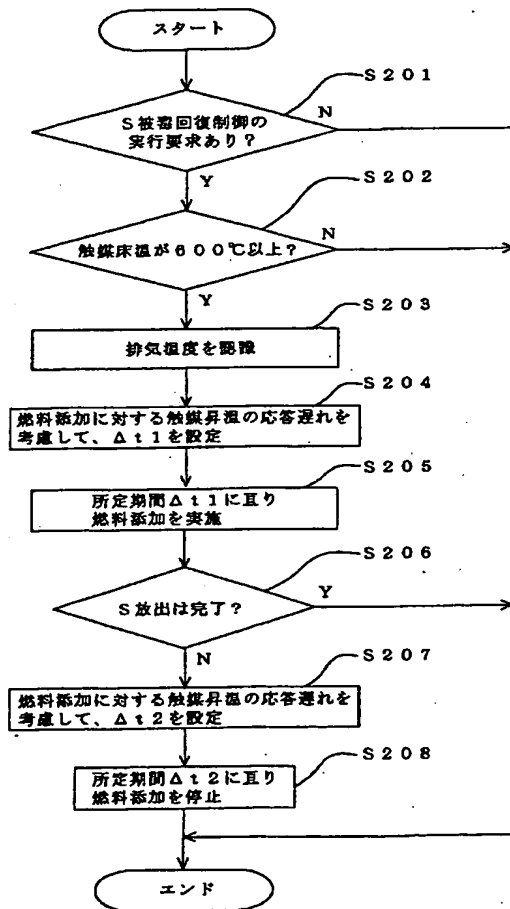
【図 2】



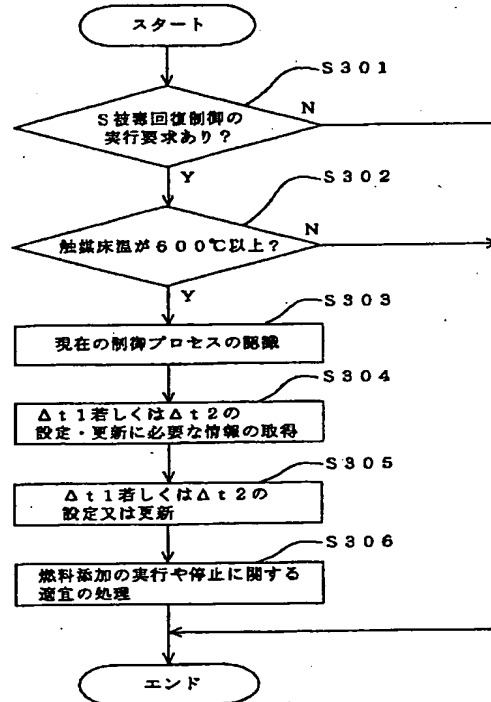
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I		テーマコード (参考)
F02D 45/00	314		101	B

(72) 発明者 杉山 辰優
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 青山 太郎
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 伊藤 丈和
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 田原 淳
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

F ターム (参考) 3G084 AA01 BA05 BA13 BA14 BA15
BA20 BA24 DA00 DA04 DA08
DA10 DA28 EB12 FA07 FA10
FA28 FA29 FA33

3G091 AA10 AA18 AB02 AB04 AB06
AB09 AB15 BA00 BA04 BA11
BA14 BA15 BA17 BA19 BA32
CA16 CA18 CB02 CB03 DA02
DA04 DB10 EA01 EA07 EA18
FA14 FC01 FC08 GA06
GB02W GB03W GB04W GB05W
GB17X HB05 HB06

4D048 AA06 AB02 AB07 AC02
BA02X BA03X BA14X BA15X
BA18X BA30X BA41X BB02
BC01 BD01 CC38 DA01 DA02
DA03 DA10 DA13 DA20 EA04

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-166415

(43)Date of publication of application : 13.06.2003

(51)Int.Cl.

F01N 3/08
B01D 53/86
B01D 53/94
F01N 3/20
F01N 3/28
F02D 45/00

(21)Application number : 2001-366330

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 30.11.2001

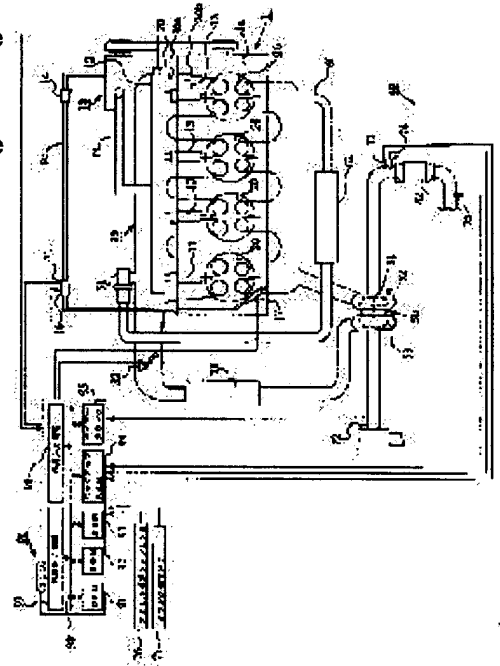
(72)Inventor : OTSUBO YASUHIKO
MATSUOKA HIROKI
SUGIYAMA TATSUMASA
AOYAMA TARO
ITO TAKEKAZU
TAWARA ATSUSHI

(54) EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an exhaust emission control device of an internal combustion engine which maintains the temperature of a catalyst in an adequate range when controlling decomposition and removal of SOx or the like deposited on a NOx catalyst in an exhaust system of the internal combustion engine.

SOLUTION: An ECU 90 to collectively control a running condition of an engine 1 decomposes and emits SOx deposited on the NOx catalyst by performing the control to feed a large volume of fuel through a reducing agent applying valve 17 to the upstream side of the NOx catalyst in the exhaust system 40 while establishing a condition that the bed temperature of the NOx catalyst is maintained at 600° C or over. Based on the property of the NOx catalyst and the exhaust characteristic in performing the control, the optimum fuel feed and stop timing is set taking into consideration the responsiveness of the NOx catalyst bed temperature to the operation of the reducing agent applying valve 17. By constructing this control structure, the catalyst is reliably prevented from being excessively heated while efficiently emitting SOx deposited on the NOx catalyst.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The exhaust emission control device of an internal combustion engine characterized by providing the following The occlusion reduction-type NOx catalyst which emits NOx which was prepared in the flueway of the internal combustion engine in which lean combustion is possible, carried out occlusion of the NOx when the air-fuel ratio of the flowing exhaust gas was RIN, and carried out occlusion when the air-fuel ratio of the flowing exhaust gas was rich, and returns to N2 A reducing-agent supply means to supply a reducing agent to the aforementioned occlusion reduction-type NOx catalyst A poisoning recovery execution stage judging means to perform SOx poisoning recovery to which SOx is made to emit from the aforementioned occlusion reduction-type NOx catalyst and to judge whether it is a stage The amount control means of reducing agents which control the amount of reducing agents intermittently supplied from the aforementioned reducing-agent supply means to make SOx deposited on this occlusion reduction-type NOx catalyst emit, and to recover this occlusion reduction-type NOx catalyst from SOx poisoning while carrying out the temperature up of the aforementioned occlusion reduction-type NOx catalyst, when judged with it being an execution stage by the aforementioned poisoning recovery execution stage judging means

[Claim 2] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 equipped with the amount amendment means of amendment reducing agents for the amount of reducing agents supplied from the aforementioned reducing-agent supply means based on the response delay of the temperature of the aforementioned occlusion reduction-type NOx catalyst over the aforementioned reducing-agent supply.

[Translation done.]

Passacreta, Lee I.

From: Orson, Amanda M.
S nt: Tuesday, December 16, 2003 1:24 PM
To: Passacreta, Lee I.
Subject: 118121

Translations for a New App.

May I have the following translations?

JP A 2000-161045
JP A 2000-274232
JP A 2002-38932
JP A 2003-166415

Thank you, in advance.

-AMO

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the exhaust emission control device of the internal combustion engine which equipped the exhaust air system of the engine concerned with the catalyst which promotes the reduction reaction of NO_x especially about the exhaust emission control device which purifies the injurious ingredient contained in exhaust air of an internal combustion engine, a particle, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, the flueway is equipped with the NO_x catalyst generally equipped with the function which purifies the nitrogen oxide (NO_x) under exhaust air in the internal combustion engine (internal combustion engine in which lean combustion is possible) which presents combustion with the gaseous mixture of a high air-fuel ratio (lean atmosphere) in a latus operating range, and performs engine operation like a diesel power plant. What supported with the bottom of existence of oxygen collectively the NO_x occlusion agent which has the capacity which absorbs NO_x, and the noble metal catalyst (noble metals) which has the capacity to oxidize a hydrocarbon (HC), for example on the honeycomb-structure object (support) of a porosity ceramic as a NO_x catalyst is adopted.

[0003] In the state (RIN state) where the oxygen density under exhaust air (exhaust air air-fuel ratio) is high, a NO_x catalyst absorbs NO_x and has the property that the oxygen density under exhaust air emits NO_x in the state of a low. Moreover, if HC, CO, etc. exist during exhaust air when NO_x is emitted during exhaust air, the oxidation-reduction reaction which uses NO_x as a reduction component because a noble metal catalyst stimulates oxidation reaction of these HC or CO will occur an oxidization component, HC, and CO among both. That is, HC and CO oxidize to CO₂ or H₂O, and NO_x is returned to N₂.

[0004] By the way, a NO_x catalyst will not absorb NO_x any more, if NO_x of a predetermined critical mass is absorbed even when the oxygen density under exhaust air is in a high state. Then, before the amount of NO_x absorption of this NO_x catalyst reaches a critical mass in the internal combustion engine which equipped the flueway with such a NO_x catalyst, it is common to repeat control (reproduction control) of emitting and reduction purifying NO_x absorbed by the NO_x catalyst, and recovering the NO_x absorptance of a NO_x catalyst by supplying reducing agents, such as gas oil, to the NO_x catalyst upstream of a flueway, at a predetermined interval.

[0005] However, usually the sulfur component is contained in the fuel for an internal combustion engine, and the sulfur oxide (SO_x) which makes the origin the sulfur component in such fuel besides NO_x also exists during exhaust air. SO_x which exists during exhaust air is absorbed by the NO_x catalyst at higher efficiency compared with NO_x, and in order to emit NO_x by which occlusion is carried out to this catalyst moreover, even if it is under sufficient condition (under the condition on which the oxygen density under exhaust air is less than a predetermined value), it is not easily emitted from the catalyst concerned. For this reason, S poisoning which SO_x under exhaust air deposits on the NO_x catalyst gradually will arise with continuation of engine operation.

[0006] As a policy for preventing or suppressing S poisoning, the temperature of a NO_x catalyst is raised (for example, 600 degrees C or more), and the control (henceforth S poisoning recovery control) which makes an exhaust air air-fuel ratio a rich grade somewhat deeper than theoretical air fuel ratio (SUTOIKI) or SUTOIKI is known (for example, JP,2001-227333,A). By carrying out S poisoning recovery control, the reduction component under exhaust air adjusted to the rich grade somewhat deeper than SUTOIKI or SUTOIKI comes to decompose and remove SO_x deposited on the catalyst concerned under a high temperature service.

[0007] By the way, in order to perform efficiently decomposition and removal of a particle or SO_x deposited on the NO_x catalyst, it is necessary to fulfill two conditions that the floor tempereture of (1) NO_x catalyst has exceeded the predetermined value (for example, 600 degrees C), and that a lot of reduction components are supplied to (2) NO_x

catalyst. For this reason, it is common to adopt the control procedure of supplying a lot of reduction components during exhaust air of the NOx catalyst upstream after raising the floor temperature of a NOx catalyst by a certain method beforehand on the occasion of implementation of S poisoning recovery control even beyond a predetermined value (for example, about 600 degrees C).

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the heat of reaction of a reduction component, in case the reduction component under exhaust air decomposes SOx deposited on the NOx catalyst, since this catalyst continues being heated, it has the concern to which the floor temperature rises too much.

[0009] this invention is made in view of such the actual condition, and the place made into the purpose is in the exhaust air system of an internal combustion engine in carrying out control which decomposes and removes SOx deposited on the NOx catalyst to offer the exhaust emission control device of the internal combustion engine which can prevent overheating of this catalyst suitably.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, this invention is prepared in the flueway of the internal combustion engine in which lean combustion is possible. The occlusion reduction-type NOx catalyst which emits NOx which carried out occlusion of the NOx when the air-fuel ratio of the flowing exhaust gas was RIN, and carried out occlusion when the air-fuel ratio of the flowing exhaust gas was rich, and returns to N2, A reducing-agent supply means to supply a reducing agent to the aforementioned occlusion reduction-type NOx catalyst, and a poisoning recovery execution stage judging means to perform SOx poisoning recovery which makes SOx emit from the aforementioned occlusion reduction-type NOx catalyst and to judge whether it is a stage, When judged with it being an execution stage by the aforementioned poisoning recovery execution stage judging means, while carrying out the temperature up of the aforementioned occlusion reduction-type NOx catalyst Let it be a summary to have the amount control means of reducing agents which control the amount of reducing agents intermittently supplied from the aforementioned reducing-agent supply means so that you may make SOx deposited on this occlusion reduction-type NOx catalyst emit and you may recover this occlusion reduction-type NOx catalyst from SOx poisoning.

[0011] In addition, as for the exhaust emission control device of this invention which has such composition, it is desirable to consider as the premise to which the temperature up of the aforementioned occlusion reduction-type NOx catalyst is carried out, and to have further a temperature up means to offer the conditions on which the temperature of the catalyst concerned exceeds a predetermined value. Here, the aforementioned reducing-agent supply means may apply the composition which has a function as the aforementioned temperature up means.

[0012] For example, SOx which will be gradually deposited on the aforementioned catalyst with operation of the engine concerned under the conditions on which the temperature of the aforementioned occlusion reduction-type NOx catalyst exceeds a predetermined value if a reduction component is continuously supplied during the exhaust air which flows into the catalyst concerned is decomposed and removed, and although it becomes that it is possible in reproducing the exhaust-air purification function by the catalyst concerned, it is easy continuous supply of such a reducing agent inviting overheating of the aforementioned catalyst. Here, although the behavior of the temperature of an occlusion reduction-type NOx catalyst is fundamentally determined by the heat balance of the catalyst concerned, and the physical or chemical property of the catalyst concerned, by the time supply operation of the reducing agent by the aforementioned reduction component supply means affects the temperature of the aforementioned catalyst, response delay will exist.

[0013] According to the above-mentioned composition, it becomes easy to hold the temperature of the catalyst concerned in the optimal range by adjusting the heat balance of the catalyst concerned changed so that it may correspond with predetermined response delay by supplying the aforementioned reducing agent intermittently from supply operation of the aforementioned reducing agent, for example, preventing overheating by overshoot in advance. In addition, intermittent supply stops supply of a reducing agent on the way, and is making it repeat the above-mentioned content after that so that the degree of catalyst temperature may turn into below the temperature that is a grade in which the catalyst concerned does not deteriorate by heating without continuing supplying a reducing agent in succession, in order to emit SOx, and it does not mean covering 1 time of the reducing-agent amount of supply by injection of multiple times.

[0014] Moreover, it is good to have the amount amendment means of amendment reducing agents for the amount of reducing agents supplied from the aforementioned reducing-agent supply means based on the response delay of the temperature of the aforementioned occlusion reduction-type NOx catalyst over the aforementioned reducing-agent supply.

[0015] moreover, the amount of reducing agents by which the aforementioned supply of the aforementioned amount amendment means of reducing agents is carried out through adjustment of the time when a reducing agent is supplied

for example, from the aforementioned reducing-agent supply means -- an amendment -- it is good also as things It is good also as memorizing beforehand the time constant of the temperature (controlled system) of the aforementioned NOx catalyst over supply (input) of the aforementioned reducing agent in this case, or calculating and learning suitably, and adjusting the aforementioned time based on this time constant (amendment).

[0016] It becomes that operation of the aforementioned reduction component supply means is reflected in the temperature of the aforementioned catalyst though operation of the aforementioned reduction component supply means in this time is controlled based on the temperature of the aforementioned catalyst grasped in predetermined time, after passing through a predetermined time. That is, in order to hold the temperature of the aforementioned catalyst in the range of desired through such a control method, improvement in the further controllability is desirable.

[0017] According to the above-mentioned composition, the response delay of the heat balance (temperature) of the aforementioned catalyst over the aforementioned reducing-agent supply operation comes to make it reflected in the temperature control of the aforementioned catalyst in a high precision. Therefore, overheating of the catalyst concerned can be prevented much more certainly, removing efficiently SOx deposited on the catalyst concerned (SOx poisoning recovery). Therefore, the stable exhaust air purification function by the NOx catalyst continues at a long period of time, and comes to be guaranteed.

[0018]

[Embodiments of the Invention] (1st operation gestalt) The gestalt of the 1st operation which applied the exhaust emission control device of the internal combustion engine concerning this invention to the diesel-power-plant system hereafter is explained.

[0019] [The structure of an engine system and function] In drawing 1, an internal combustion engine (henceforth an engine) 1 is the diesel-power-plant system of the in-series 4-cylinder constituted considering the fuel-supply system 10, a combustion chamber 20, the inhalation-of-air system 30, and exhaust air system 40 grade as the principal part.

[0020] First, the fuel-supply system 10 is equipped with the supply pump 11, a common rail 12, a fuel injection valve 13, an isolation valve 14, the metering valve 16, the reducing-agent addition valve 17, the engine fuel path P1, and addition fuel path P2 grade, and is constituted.

[0021] The supply pump 11 makes high pressure fuel pumped up from the fuel tank (illustration abbreviation), and supplies it to a common rail 12 through the engine fuel path P1. A common rail 12 has the function as an accumulator to hold high-pressure fuel supplied from the supply pump 11 to a predetermined pressure (pressure accumulation), and distributes this pressure-accumulating fuel to each fuel injection valve 13. a fuel injection valve 13 -- the interior -- electromagnetism -- it is the solenoid valve equipped with the solenoid (illustration abbreviation), and it opens suitably and injection supply of the fuel is carried out into a combustion chamber 20

[0022] On the other hand, the supply pump 11 supplies some fuel pumped up from the fuel tank to the reducing-agent addition valve 17 through the addition fuel path P2. The isolation valve 14 and the metering valve 16 are arranged in the addition fuel path P2 one by one toward the reducing-agent addition valve 17 from the supply pump 11. An isolation valve 14 intercepts the addition fuel path P2 in emergency, and suspends fuel supply. The metering valve 16 controls the pressure (fuel pressure) PG of the fuel supplied to the reducing-agent addition valve 17. the reducing-agent addition valve 17 -- a fuel injection valve 13 -- the same -- the interior -- electromagnetism -- it is the solenoid valve equipped with the solenoid (illustration abbreviation), and addition supply of the fuel which functions as a reducing agent is carried out for the catalyst casing 42 upstream of the exhaust air system 40 to a proper amount and proper timing

[0023] The inhalation-of-air system 30 forms the path (inhalation-of-air path) of the inhalation air supplied in each combustion chamber 20. On the other hand, the exhaust air system 40 forms the path (flueway) of the exhaust gas discharged from each combustion chamber 20.

[0024] Moreover, the well-known supercharger (turbocharger) 50 is formed in this engine 1. A turbocharger 50 is equipped with the body of revolution 52 and 53 connected through the shaft 51. One body of revolution (turbine wheel) 52 is exposed to the exhaust air in the exhaust air system 40, and the body of revolution (compressor wheel) 53 of another side is exposed to the inhalation of air in the inhalation-of-air system 30. The turbocharger 50 which has such composition rotates the compressor wheel 53 using the exhaust stream (exhaust pressure) which a turbine wheel 52 receives, and performs the so-called supercharge of raising an intake pressure.

[0025] In the inhalation-of-air system 30, the intercooler 31 prepared in the turbocharger 50 carries out forced cooling of the inhalation air which carried out the temperature up by supercharge. The throttle valve 32 further prepared downstream rather than the intercooler 31 is an opening-and-closing valve of the electronics control formula which can adjust the opening on a stepless story, changes the flow passage area of inhalation air into the bottom of a predetermined condition, and has the function to adjust the amount of said inhalation air supply (flow rate).

[0026] Moreover, the exhaust air reflux path (EGR path) 60 which bypasses the upstream (inhalation-of-air system 30)

and the lower stream of a river (exhaust air system 40) of a combustion chamber 20 is formed in the engine 1. This EGR path 60 has the function to return a part of exhaust air to the inhalation-of-air system 30 suitably. It is opened and closed by electronics control at a stepless story, and the EGR cooler 62 for cooling the EGR valve 61 which can adjust the flow rate of the exhaust air (EGR gas) which flows this path free, and the exhaust air which passes through the EGR path 60 (reflux) is formed in the EGR path 60.

[0027] Moreover, in the exhaust air system 40, the catalyst casing 42 which held the occlusion reduction-type NOx catalyst (only henceforth a NOx catalyst) is formed in the lower stream of a river of the Division for Interlibrary Services grade of this exhaust air system 40 and the EGR path 60.

[0028] Moreover, various sensors are attached in each part grade of an engine 1, and the signal about the environmental condition of the part concerned and the operational status of an engine 1 is outputted to it.

[0029] That is, the rail pressure sensor 70 outputs the detecting signal according to the pressure of the fuel currently stored in the common rail 12. The fuel-pressure sensor 71 outputs the detecting signal according to the pressure (fuel pressure) PG of the fuel introduced into the reducing-agent addition valve 17 through the metering valve 16 among the fuel which circulates the inside of the addition fuel path P2. An air flow meter 72 outputs the detecting signal according to the flow rate (the amount of inhalation of air) GN of the air (inhalation air) introduced in the inhalation-of-air system 30. The air-fuel ratio (A/F) sensor 73 outputs the detecting signal which changes continuously according to the oxygen density under exhaust air in the catalyst casing 42 upstream of the exhaust air system 40. An exhaust gas temperature sensor 74 is attached in the exhaust air inflow part of the catalyst casing 42 in the exhaust air system 40, and outputs the detecting signal according to the temperature (exhaust-gas temperature) TEX of the exhaust air in the part concerned. The NOx sensor 75 outputs the detecting signal which similarly changes continuously according to the NOx concentration under exhaust air on catalyst casing 42 lower stream of a river of the exhaust air system 40.

[0030] Moreover, the accelerator position sensor 76 is attached in the accelerator pedal (illustration abbreviation) of an engine 1, and outputs the detecting signal according to the amount ACC of treading in of this pedal. The crank angle sensor 77 outputs a detecting signal (pulse), whenever the output shaft (crankshaft) of an engine 1 carries out fixed angle rotation. Each [these] sensors 70-77 are electrically connected with the electronic control (ECU) 90.

[0031] ECU90 is equipped with a central processing unit (CPU) 91, the memory (ROM) 92 only for read-out, RAM (RAM) 93 and backup RAM 94, and timer counter 95 grade, and is equipped with the logic operation circuit from which a bidirectional bus 98 connects and which these each part 91-95, the external input circuit 96 containing an A/D converter, and the external output circuit 97 consist of.

[0032] Thus, constituted ECU90 inputs the detecting signal of the various above-mentioned sensors through an external input circuit, and carries out various control about the operational status of an engine 1, such as control about opening-and-closing valve operation of a fuel injection valve 13, and opening adjustment of the EGR valve 61 or opening adjustment of a throttle valve 32, based on these signals.

[0033] [The structure of catalyst casing and function] Next, the structure and function are explained in detail about the catalyst casing 42 prepared in the exhaust air system 40 among the components of the engine 1 explained above.

[0034] The catalyst casing 42 holds an occlusion reduction-type NOx catalyst (henceforth a NOx catalyst) in the interior.

[0035] A NOx catalyst makes support the structure (particulate filter) of the honeycomb configuration which makes an alumina (aluminum 2O3) the main material. The potassium which functions on the front face of this particulate filter (support) as a NOx occlusion agent (K), An alkaline earth like sodium (Na), a lithium (Li), alkali metal like Caesium Cs, Barium Ba, and Calcium calcium, a lanthanum (La), or rare earth like an yttrium (Y), It is constituted by supporting noble metals like Platinum Pt which function as an oxidation catalyst (noble metal catalyst), for example.

[0036] In the state (RIN state) where the oxygen density under exhaust air (air-fuel ratio of exhaust air) is high, a NOx occlusion agent carries out occlusion of the NOx, and has the property that the oxygen density under exhaust air emits NOx in the state of a low. Moreover, if HC, CO, etc. exist during exhaust air when NOx is emitted during exhaust air, the oxidation-reduction reaction which uses NOx as a reduction component because a noble metal catalyst stimulates oxidation reaction of these HC or CO will occur an oxidization component, HC, and CO among both. That is, HC and CO oxidize to CO2 or H2O, and NOx is returned to N2.

[0037] On the other hand, if a NOx occlusion agent carries out occlusion of the NOx of a predetermined critical mass even when the oxygen density under exhaust air is in a high state, it will not carry out occlusion of the NOx any more. With an engine 1, before the amount of NOx occlusion of the NOx catalyst held in the catalyst casing 42 reaches a critical mass, NOx by which occlusion was carried out to the NOx catalyst is emitted and reduction purified by carrying out addition supply of the reducing agent (the gestalt of this operation fuel) for the catalyst casing 42 upstream of a flueway through the reducing-agent addition valve 17, and control of recovering the NOx occlusion capacity of a NOx

catalyst is repeated at a predetermined interval.

[0038] Furthermore, the particulate filter which makes the support of a NOx occlusion agent or a noble metal catalyst purifies injurious ingredients, such as particles, such as soot contained during exhaust air, and NOx, based on the following mechanisms.

[0039] It is as having mentioned above that a NOx catalyst carries out by repeating the occlusion of NOx, discharge, and purification according to the oxygen density and the amount of reduction components under exhaust air by collaboration of the NOx occlusion agent and noble metal catalyst which are the component. On the other hand, a NOx catalyst has the property which generates active oxygen secondarily in the process which purifies such NOx. In case exhaust air passes a particulate filter, particles, such as soot contained during the exhaust air, are caught by the structure (porous material). Here, since the active oxygen which a NOx catalyst generates has reactivity (activity) very high as an oxidizer, the particle deposited a front face and near the NOx catalyst among the caught particles will react promptly (without emitting a luminous flame) with this active oxygen, and will be purified.

[0040] [Outline of fuel-injection control] ECU90 carries out fuel-injection control based on the operational status of the engine 1 grasped from the detecting signal of various sensors. In the gestalt of this operation, fuel-injection control sets up parameters, such as the injection quantity Q of fuel, injection timing, and an injection pattern, about implementation of the fuel injection into each combustion chamber 20 which led each fuel injection valve 13, and a series of processings in which opening-and-closing valve operation of each fuel injection valve 13 is performed based on the these-set-up parameter are said.

[0041] ECU90 repeats such a series of processings for every on-stream predetermined time of an engine 1, and performs them. The injection quantity Q and injection timing of fuel are fundamentally determined with reference to the map (illustration abbreviation) set up beforehand based on the amount ACC of treading in and engine speed NE (parameter which can be calculated based on the pulse signal of a crank angle sensor) to an accelerator pedal.

[0042] Moreover, unit power is obtained by ECU90 making the main injection fuel injection near the compression top dead center about a setup of the injection pattern of fuel, and carrying out about each cylinder, and also fuel injection (henceforth pilot injection) before the main injection and fuel injection (henceforth post injection) which follows the main injection are performed about the stage suitably chosen as subinjection, and the selected cylinder.

[0043] [Pilot injection] Generally by the diesel power plant, the temperature to which a combustion chamber induces the self-ignition of fuel is reached in the telophase of a compression stroke. If the fuel with which combustion is presented bundles up to a combustion chamber and injection supply is carried out when especially the operational status of an engine is in an inside heavy load field, this fuel will burn explosively with noise. The fuel supplied in advance of the main injection by performing pilot injection serves as a heat source (or pilot flame), in order to expand the heat source gradually by the combustion chamber and to result in combustion, the combustion state of the fuel in a combustion chamber becomes comparatively slow, and, moreover, ignition-delay time comes to be shortened. For this reason, the noise accompanying engine operation is mitigated and the amount of NOx(es) under exhaust air is also reduced further.

[0044] [Post injection] The fuel supplied in a combustion chamber 20 is reformed by post injection in combustion gas at ***** HC, and is discharged at the exhaust air system 40. That is, it will be added by the exhaust air system 40 through post injection, and ***** HC which functions as a reducing agent will raise the reduction constituent concentration under exhaust air. The reduction component added by the exhaust air system 40 reacts through the NOx catalyst in the catalyst casing 42 with the oxidization component of NOx emitted from this NOx catalyst, and others which are contained during exhaust air. The heat of reaction generated at this time raises the floor temperature of a NOx catalyst.

[0045] [Outline of EGR control] ECU90 carries out EGR control based on the operational status of the engine 1 grasped from the detecting signal of various sensors. In the gestalt of this operation, EGR control operates the opening-and-closing valve (EGR valve) 61 of the electronics control formula prepared in the EGR path, and the processing which performs the flow rate of the gas which passes through an EGR path, and flow control of the exhaust air which in other words flows back in the inhalation-of-air system 30 from the exhaust air system 40 is said.

[0046] The amount of valve opening of the EGR valve 61 used as a target (the amount of following and target valve opening) is fundamentally determined with reference to the map (illustration abbreviation) set up beforehand based on operational status, such as a load of an engine 1, and a rotational frequency. ECU90 updates this amount of target valve opening for every on-stream predetermined time of an engine 1, and serially, it outputs a command signal to the drive circuit of this EGR valve 61 so that it may agree in the amount of target valve opening by which the actual amount of valve opening of the EGR valve 61 was updated.

[0047] [low-temperature combustion based on EGR control] -- the gaseous mixture with which engine combustion will be presented according to the amount of reflux if a part of exhaust air flows back in the inhalation-of-air system 30 by a

series of such processings -- an inner inert gas component will increase. The amount of NOx(es) under exhaust air is reduced under a predetermined condition, and also a smoke stops consequently, almost occurring.

[0048] Since unburnt [under exhaust air / HC] (reduction component) will increase with implementation of low-temperature combustion, as a result, it will be added by the exhaust air system 40 and ***** HC which functions as a reducing agent will raise the reduction constituent concentration under exhaust air.

[0049] [Fuel addition control] Through the reducing-agent addition valve 17, by adding fuel (reducing agent) directly in the exhaust air system 40 as well as post injection, the reduction constituent concentration under exhaust air can be raised, and the floor temperature of a NOx catalyst can be raised as a result. It has the inclination to be distributed unevenly, compared with what is depended on post injection, the fuel added by the reducing-agent addition valve 17 holding the state of a macromolecule more during exhaust air. Moreover, the fuel quantity which can be added at once in the fuel addition by the reducing-agent addition valve 17, and the flexibility of addition timing are larger than the case where it is based on post injection.

[0050] [Outline of S poisoning recovery control] Since they act so that the quantity of the reduction component under exhaust air may be increased in common, the above-mentioned pilot injection, post injection, low-temperature combustion, and fuel addition control repeat control [which] at a predetermined interval, NOx absorbed by the NOx catalyst can be emitted and reduction purified, and the NOx absorptance of a NOx catalyst can be made to recover them by carrying out.

[0051] Moreover, ECU90 carries out control (following and S poisoning recovery control) which supplies a lot of reduction components to the catalyst concerned after carrying out the temperature up of the NOx catalyst even more than predetermined temperature (for example, about 600 degrees C), in order to remove SOx gradually deposited on a NOx catalyst with continuation of engine operation of an engine 1. By carrying out S poisoning recovery control, a lot of reduction components supplied to the NOx catalyst come to decompose and remove SOx deposited on the catalyst concerned under a high temperature service. As part of S poisoning recovery control, ECU90 carries out any of the above-mentioned pilot injection, post injection, low-temperature combustion, and fuel addition control they are here, in order to carry out the temperature up of the NOx catalyst even to predetermined temperature. Control (henceforth reduction component supply control) which supplies a lot of fuel (reduction component) than the amount which the discharge and reduction purification of NOx which were moreover absorbed by for example, the NOx catalyst take to the NOx catalyst upstream of an exhaust air system through the reducing-agent addition valve 17 is carried out.

[0052] By the way, by S poisoning recovery control, as mentioned above, after satisfying the conditions of holding the floor temperature of a NOx catalyst at 600 degrees C or more, a lot of reduction components will be supplied to the NOx catalyst upstream in an exhaust air system. However, while a lot of reduction components supplied in the exhaust air system demonstrate the function which decomposes SOx deposited on the bottom of a high temperature service at the NOx catalyst, they have the property of raising the temperature of a NOx catalyst further. For this reason, when a lot of reduction components are continued and supplied to the bottom of the usual service condition for the NOx catalyst upstream of an exhaust air system, there is concern which a NOx catalyst overheats.

[0053] Then, overheating of a NOx catalyst is prevented with an engine 1, making SOx deposited on the NOx catalyst by repeating supply and a halt of the fuel which led the reducing-agent addition valve 17 to proper timing emit efficiently, after starting reduction component supply control.

[0054] In drawing 2, S poisoning recovery control in the gestalt of this operation is carrying out. The valve-opening command signal to the reducing-agent addition valve 17 observed after the conditions "the floor temperature of a NOx catalyst is held at 600 degrees C or more" are satisfied especially (drawing 2 (a)), It is an example of the timing diagram which shows transition of the oxygen density (drawing 2 (b)) of the exhaust air in the NOx catalyst upstream, the burst size (drawing 2 (c)) of SOx emitted from a NOx catalyst, and the floor temperature (drawing 2 (d)) of a NOx catalyst on the same time-axis. In addition, the reference value C0 of an oxygen density shown in drawing 2 (b) is equivalent to the oxygen density of the exhaust air generated as a result of burning the mixed gas of theoretical air fuel ratio. Incidentally, the reduction constituent concentration under exhaust air is low, that the oxygen density under exhaust air becomes high means a bird clapper, the reduction constituent concentration under exhaust air is high, and that the oxygen density under exhaust air becomes low means a bird clapper (refer to drawing 2 (b)). Moreover, in drawing 2 (d), temperature T1 is equivalent to the minimum temperature (the gestalt of this operation 600 degrees C) to which SOx can be made to emit efficiently from a NOx catalyst, and temperature T2 is equivalent to upper limit temperature without a possibility that the function of a NOx catalyst may be spoiled by overheating.

[0055] There is a demand. first, as shown in drawing 2 (a), you should emit SOx deposited on the NOx catalyst -- ** -- And when the conditions that the floor temperature of a NOx catalyst is held at 600 degrees C or more are fulfilled, ECU90 outputs the command signal (henceforth a valve-opening command signal) for making the reducing-agent

addition valve 17 open, and the fuel addition to the exhaust air system 40 which led this valve 17 is started (time t1). [0056] In implementation of fuel addition, ECU90 is continuing first in the predetermined period (henceforth a supply period) Δt_1 , and outputting a valve-opening command signal intermittently, and carries out injection supply of the fog-like fuel intermittently through the reducing-agent addition valve 17. After that, after ECU90 stops the output of a valve-opening command signal that overheating of a NOx catalyst should be suppressed (time t2) and passes through a predetermined time (henceforth an idle period) Δt_2 , it resumes injection supply of fuel. If S poisoning recovery control (reduction component supply control) is started, supply and a pause of fuel will be repeated in such a mode until SOx fundamentally deposited on the NOx catalyst is emitted and the function of the catalyst concerned is fully recovered.

[0057] Here, with the start (time t1) of the fuel supply which led the reducing-agent addition valve 17, the oxygen density under exhaust air becomes low, and comes (drawing 2 (b)) to be less than a reference value C0. Moreover, the amount of SOx which carries out an abbreviation synchronization and is emitted to the fall of the oxygen density accompanying valve-opening operation and this of the reducing-agent addition valve 17 from a NOx catalyst increases. Moreover, with a pause (time t1) of the fuel supply by the reducing-agent addition valve 17, the oxygen density under exhaust air becomes high, and comes (drawing 2 (b)) to exceed a reference value C0 similarly. Moreover, almost synchronizing with the rise of the oxygen density accompanying valve-opening operation and this of the reducing-agent addition valve 17, the amount of SOx emitted from a NOx catalyst falls (drawing 2 (c)). Thus, the SOx burst size from the oxygen density and NOx catalyst under exhaust air is changed synchronizing with opening-and-closing valve operation of the reducing-agent addition valve 17 in general.

[0058] On the other hand, although it originates in the floor temperature of a NOx catalyst originating in the fuel supply which led the reducing-agent addition valve 17 being started, and rising, and the fuel supply by this valve 17 being stopped and descends to it, the responsibility and flattery nature are remarkably low compared with the behavior of the SOx burst size from the oxygen density and NOx catalyst under exhaust air. The responsibility and flattery nature of a NOx catalyst floor temperature to opening-and-closing valve operation of the reducing-agent addition valve 17 are determined with parameters, such as the physical and chemical property (for example, heat capacity) of a NOx catalyst, and the properties (for example, temperature, a flow rate, etc.) of the exhaust air which flows into the catalyst concerned.

[0059] Then, in S poisoning recovery control in the gestalt of this operation, the optimal supply period Δt_1 and optimal idle period Δt_2 which considered the responsibility and flattery nature of the NOx catalyst floor temperature to opening-and-closing valve operation of the reducing-agent addition valve 17 based on the physical and chemical property of a NOx catalyst and the property of the exhaust air at the time of execution of the control concerned are set up. By building such a control structure, the temperature up of the catalyst concerned can be held in the proper range R (refer to drawing 2 (d)), emitting efficiently SOx deposited on the NOx catalyst.

[0060] The [concrete order of the real way of S poisoning recovery control] The concrete contents of processing by ECU90 are hereafter explained about S poisoning (SOx poisoning) recovery control concerning the form of this operation. In addition, the control (henceforth temperature up control) for carrying out the temperature up of the NOx catalyst to predetermined temperature and the control (henceforth reduction component supply control) which supplies a lot of [for a NOx catalyst] reduction components under the conditions on which a NOx catalyst came to exceed predetermined temperature based on the temperature up control concerned are included in S poisoning recovery control. That is, ECU90 will perform temperature up control and reduction component supply control collectively as part of S poisoning recovery control.

[0061] Drawing 3 is a flow chart which shows the order of the real way of temperature up control (routine). This routine is performed for every predetermined time through on-stream ECU90 of an engine 1.

[0062] If processing shifts to this routine and it will put in another way whether ECU90 has the execution demand of SOx poisoning recovery control in Step S101 first, it will judge whether S poisoning to a NOx catalyst is advancing. For example, when a predetermined time passes after carrying out last S poisoning recovery control, or when being recognized as the purification function of NOx by the NOx catalyst falling judging from the history of the detecting signal of the NOx sensor 75, it is judged that ECU90 has the demand to which the temperature up of the catalyst concerned is carried out in advance of supply of a lot of reduction components to a NOx catalyst.

[0063] When judgment at the above-mentioned step S101 is negative, ECU90 once escapes from this routine. On the other hand, when judgment at this step S101 is negative, ECU90 shifts processing to Step S102, carries out the temperature up of the NOx catalyst even more than predetermined temperature (for example, 600 degrees C), and performs processing holding the state. That is, the floor temperature of a NOx catalyst is raised at 600 degrees C or more by carrying out any of the above-mentioned pilot injection, post injection, low-temperature combustion, and fuel

addition control they are (or it holds in this state). After passing through this step S102, ECU90 once escapes from this routine.

[0064] Drawing 4 is a flow chart which shows the order of the real way of the reduction component supply control which combines with temperature up control and is carried out as part of S poisoning recovery control (routine). This routine is also performed for every predetermined time through on-stream ECU90 of an engine 1.

[0065] If processing shifts to this routine, it will judge whether ECU90 has the execution demand of S poisoning recovery control in Step S201 first. And when the judgment is affirmation, while shifting processing to Step S202, when the judgment is negative, it once escapes from this routine. When judgment at Step S201 is affirmation, the floor temperature of a NOx catalyst will rise through temperature up control, or will hold the state of being 600 degrees C or more.

[0066] Then, ECU90 judges whether the floor temperature of a NOx catalyst amounts to 600 degrees C or more in Step S202, when judgment at this step S201 is affirmation. What is necessary is just to presume the floor temperature of a NOx catalyst based on the history of for example, the exhaust-gas temperature TEX. When judgment at this step S202 is affirmation, ECU90 shifts processing to Step S203, and when the judgment is negative, it once escapes from this routine.

[0067] In Step S203, ECU90 recognizes the present exhaust-gas temperature TEX.

[0068] In Step S204, ECU90 sets up the supply period deltat1 with reference to the map which is not illustrated based on an exhaust-gas temperature TEX and the floor temperature (estimate) of a NOx catalyst (refer to drawing 2 (a)). And it continues during [which was set up this time / deltat1] the supply, and fuel supply to the exhaust air system 40 which led the reducing-agent addition valve 17 is performed (Step S205).

[0069] In Step S206, it is checked whether discharge of SOx deposited on the NOx catalyst has been completed. Here, when it is judged that discharge of SOx is not completed, after setting up the predetermined idle period deltat2 in Step S207, passing through the period deltat2 concerned (Step S208) and newly setting up the supply period deltat1 in a next routine, fuel supply for the second time will be carried out.

[0070] On the other hand, when it is judged as what discharge of SOx completed in the above-mentioned step S206, this S poisoning recovery control once escapes from (this recognition is reflected in judgment of Step S201 in a next routine), and this routine, when it has been recognized as what was completed.

[0071] With the engine 1 which carries out S poisoning recovery control with the application of such a control structure, SOx gradually deposited on the aforementioned NOx catalyst with operation of the engine 1 concerned by supplying a reduction component continuously during the exhaust air which flows into a NOx catalyst under the conditions on which the temperature of a NOx catalyst exceeds a predetermined value (for example, 600 degrees C) is decomposed and removed efficiently, and the exhaust-air purification function by the NOx catalyst concerned is reproduced.

[0072] Here, continuous supply of a reduction component tends to invite overheating of a NOx catalyst. Here, although the behavior of the temperature of the aforementioned NOx catalyst is fundamentally determined by the heat balance of the aforementioned NOx catalyst, and the physical or chemical property of the catalyst concerned, by the time supply operation of the reduction component by the aforementioned reduction component supply means affects the temperature of the aforementioned NOx catalyst, response delay will exist. For this reason, it becomes that operation of the aforementioned reduction component supply means is reflected in the temperature of the aforementioned NOx catalyst though operation of the aforementioned reduction component supply means in this time is controlled based on the temperature of the aforementioned NOx catalyst grasped in predetermined time, after passing through a predetermined time. That is, it is very difficult to hold the temperature of the aforementioned NOx catalyst in the range of desired through such a control method.

[0073] According to the control structure concerning this point and the form of this operation, moreover, overheating of the catalyst concerned can be certainly prevented by making such response delay reflect in the temperature control of a NOx catalyst, removing efficiently SOx deposited on the NOx catalyst.

[0074] Therefore, since functional loss of the NOx catalyst by overheating is prevented certainly, the function of a NOx catalyst continues at a long period of time, and comes to continue.

[0075] in addition -- the form of this operation -- reduction component supply control **** -- we decided to adopt the method of adding fuel in the exhaust air system 40 through the reducing-agent addition valve 17 as a method of supplying a reduction component continuously during the exhaust air which flows into a NOx catalyst A reduction component can also be continuously supplied during the exhaust air which flows not only this but post injection etc. into a NOx catalyst through execution.

[0076] Form] of operation of others [[] With the form of the above-mentioned implementation, while setting the supply period deltat1 as the start time (for example, time $t1$ in drawing 2) of the fuel supply which led the reducing-agent

addition valve 17 to reduction component supply control in operation, we decided to set up an idle period Δt_2 at an idle period (for example, time t_2 in drawing 2) at the finish time of fuel supply. While applying such a control structure, under implementation of fuel supply (inside of Δt_1), Control logic which extends or shortens suitably the supply period Δt_1 set up at the beginning, referring to the parameter about the operational status of an engine 1, You may add control logic which extends or shortens suitably the idle period Δt_2 set up at the beginning during a pause of fuel supply (inside of Δt_2), referring to the parameter about the operational status of an engine 1.

[0077] For example, an example of the control routine which can be applied to drawing 5 since each periods Δt_1 and Δt_2 set up during implementation of fuel supply (inside of Δt_1) at the beginning during the pause of the supply period Δt_1 concerned or fuel supply (inside of Δt_2) are expanded and contracted in implementation of reduction component supply control is shown.

[0078] This routine is changed in order of the real way (drawing 4) of the reduction component supply control which carried out point **, and is performed for every predetermined time through on-stream ECU90 of an engine 1.

[0079] If processing shifts to this routine, it will judge whether ECU90 has the execution demand of SOx poisoning recovery control in Step S301 first. And when the judgment is affirmation, while shifting processing to Step S302, when the judgment is negative, it once escapes from this routine. When judgment at Step S301 is affirmation, the floor temperature of a NOx catalyst will rise through temperature up control, or will hold the state of being 600 degrees C or more.

[0080] Then, ECU90 judges whether the floor temperature of a NOx catalyst amounts to 600 degrees C or more in Step S302, when judgment at this step S301 is affirmation. What is necessary is just to presume the floor temperature of a NOx catalyst based on the history of for example, the exhaust-gas temperature TEX. When judgment at this step S302 is affirmation, ECU90 shifts processing to Step S303, and when the judgment is negative, it once escapes from this routine.

[0081] In Step S303, ECU90 recognizes the present control process (recognition of the elapsed time after shifting to the recognition about that it is among Δt_1 , and being among Δt_2 and the supply period Δt_1 , or an idle period Δt_2). For example, it is among Δt_1 , and recognition that 3 seconds after shift just passed in the period Δt_1 concerned, and recognition that are among Δt_2 and 5 seconds after shift just passed in the period Δt_2 concerned will be made.

[0082] In continuing Step S304, information required for renewal of the supply period Δt_1 or an idle period Δt_2 is acquired. Change of the floor temperature of a NOx catalyst or an exhaust-gas temperature TEX etc. is equivalent to information required for renewal of each periods Δt_1 and Δt_2 here.

[0083] In Step S305, a setup or updating of the supply period Δt_1 or an idle period Δt_2 is performed based on the information acquired at the above-mentioned step S304.

[0084] Finally, ECU90 once escapes from this routine, after performing proper processing called completion of the start of the fuel supply which led the reducing-agent addition valve 17 based on the supply period Δt_1 or idle period Δt_2 set up or updated at the above-mentioned step S305, continuation of execution, a pause, the continuation of a pause, or reduction component supply control (Step S306).

[0085] By applying such a control structure, the compactness of the reduction component supply control concerning the gestalt of the above-mentioned implementation can be raised more now. That is, the effect of ensuring removal of SOx deposited on the NOx catalyst and overheating prevention of the catalyst concerned can be further heightened by making the response delay of the NOx catalyst floor temperature to system valve-closing operation of the reducing-agent addition valve 17 reflect in the temperature control of a NOx catalyst.

[0086]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the heat balance of the occlusion reduction-type NOx catalyst changed so that it may correspond with predetermined response delay from supply operation of a reducing agent is adjusted, and it becomes easy to hold the temperature of the catalyst concerned in the optimal range.

[0087] Moreover, the response delay of the heat balance (temperature) of the aforementioned catalyst over the aforementioned reducing-agent supply operation comes to make it reflected in the temperature control of the aforementioned catalyst in a high precision. Therefore, overheating of the catalyst concerned can be prevented much more certainly, removing efficiently SOx deposited on the catalyst concerned (SOx poisoning recovery). Therefore, the stable exhaust air purification function by the NOx catalyst continues at a long period of time, and comes to be guaranteed.

[Translation done.]

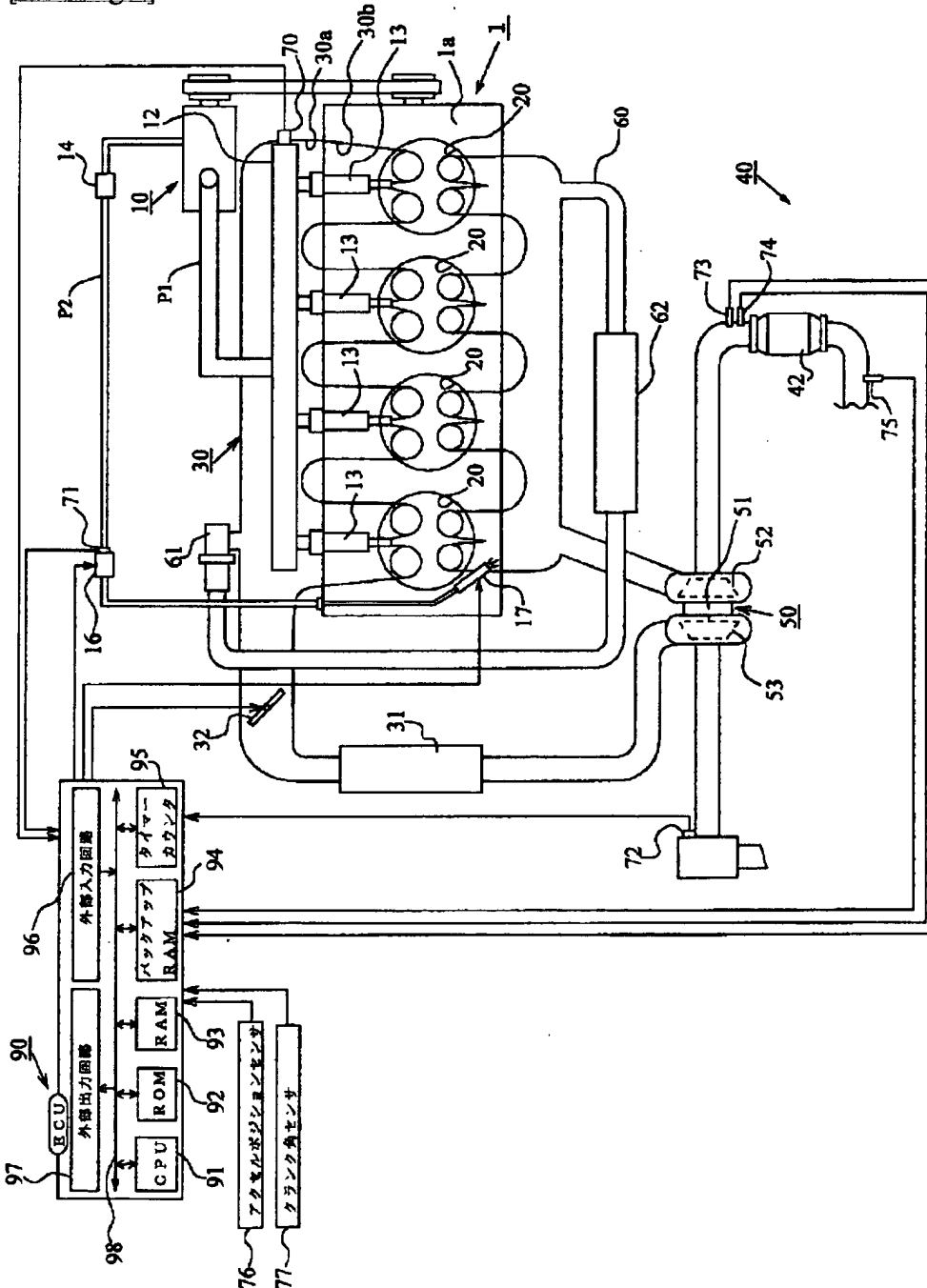
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

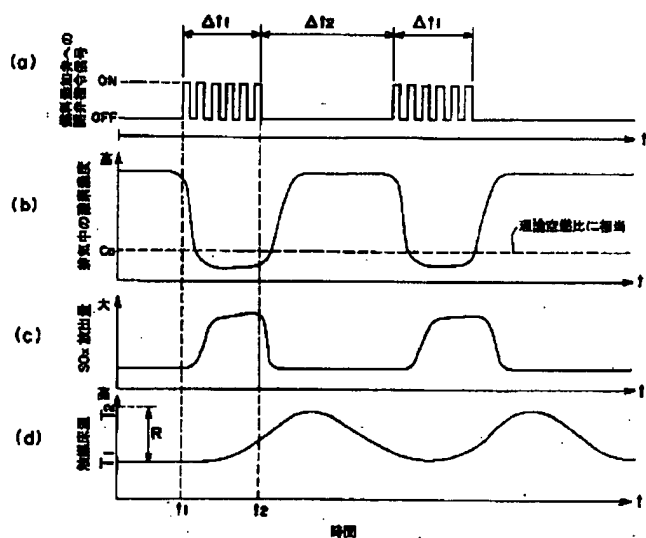
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

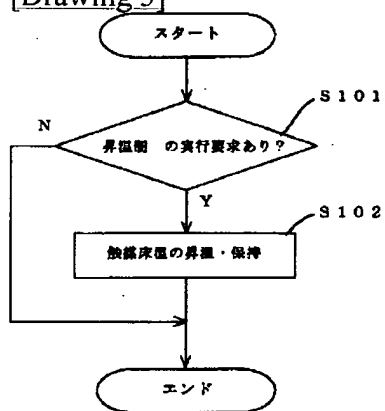
[Drawing 1]



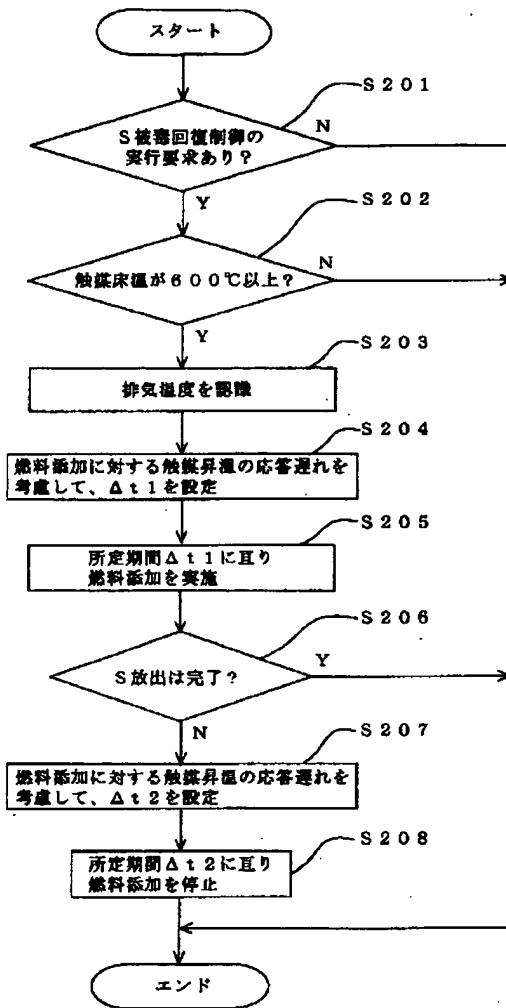
[Drawing 2]



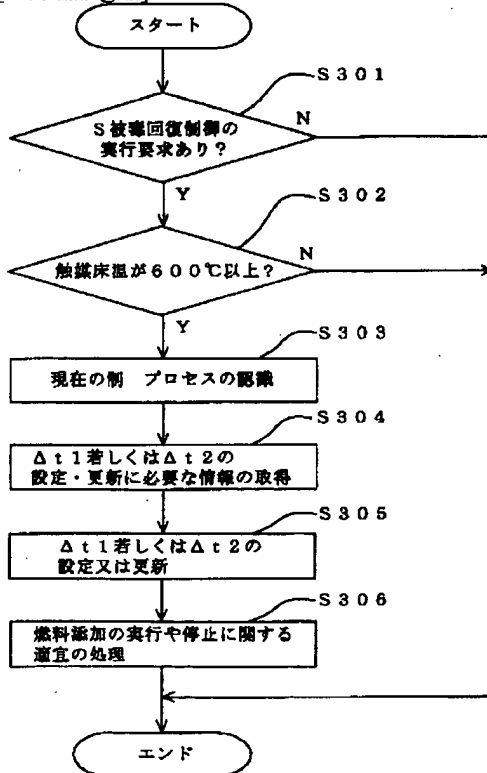
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]